ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 FÉVRIER 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Berthelot**, annonçant à l'Académie la mort de M. le Professeur russe *Mendeleef*, décédé le 2 février à Saint-Pétersbourg, s'exprime en ces termes :

M. Mendeleef a publié de nombreux et importants travaux sur différents sujets de Chimie, notamment sur les pétroles. Mais son œuvre capitale est la classification des éléments chimiques, au double point de vue des grandeurs relatives de leurs poids atomiques et de leurs valences. Cette classification a reçu l'accueil le plus favorable parmi les chimistes et les physiciens. Elle relie les poids atomiques des corps simples avec l'ensemble de leurs propriétés chimiques et physiques, et elle a valu à M. Mendeleef une réputation universelle.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur l'atmosphère solaire. Vapeurs à raies noires et amas de particules.* Note de MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja.**

La Note actuelle expose les recherches poursuivies en 1906 à Meudon pendant la belle saison, sur les parties de l'atmosphère solaire qui ne sont pas encore reconnues ou sont reconnues d'une manière incomplète, c'est-à-dire sur les vapeurs productrices des raies spectrales noires et sur les amas de particules décelés par un spectre continu.

L'appareil astronomique employé est celui qui a été organisé à Meudon

en 1898 [1] et décrit déjà dans plusieurs Notes [2]. Il comprend un sidérostat polaire à miroir plan de $0^m,30$ et un objectif astronomique de $0^m,20$ d'ouverture et $3^m,10$ de distance focale, non achromatisé pour les rayons chimiques.

L'image solaire est formée à la hauteur d'une grande table métallique de $1^m,70$ sur $1^m,10$, inclinée de 49° sur l'horizon, perpendiculaire au méridien, et mobile horizontalement dans la direction normale à ce méridien. Elle porte deux spectrographes enregistreurs à deux ou trois fentes, qui sont juxtaposés et relèvent chacun soit les formes [3], soit les vitesses radiales des vapeurs solaires. Le spectrographe Ouest, à un seul prisme, est de faible dispersion; mais le spectrographe Est, qui comporte un réseau ou plusieurs prismes, a au contraire une forte dispersion. La table entière et les spectrographes ont, à volonté, deux mouvements différents : l'un, uniforme et continu, pour le relevé des formes; l'autre, discontinu, pour le relevé des vitesses radiales et des spectres de sections successives. Un système de leviers transmet un mouvement proportionnel à la plaque photographique.

Nous exposerons d'abord les recherches sur les vapeurs des raies noires, faites en 1906 avec l'appareil de grande dispersion.

Les premières études similaires sont déjà anciennes; elles sont dues à Deslandres qui, en 1894, à Paris, a obtenu des images du Soleil entier avec la seule lumière d'une raie noire [4]. Mais le spectrohéliographe employé était de faible dispersion, à un seul prisme, comme le spectrographe Ouest de Meudon; il avait été organisé spécialement pour les images des raies brillantes du calcium H_2 et K_2 qui décèlent la chromosphère

---

(1) D'autres appareils plus puissants ont été prévus et indiqués dans des Notes récentes mais ces appareils n'étaient pas prêts dans l'été de 1906.

(2) Deslandres, *Organisation de l'enregistrement quotidien de la chromosphère entière du Soleil à l'Observatoire de Meudon. Premiers résultats* (*Comptes rendus* t. CXXIX, 1899, p. 1222). — *Recherches sur l'atmosphère solaire et appareils enregistreurs des couches de vapeurs superposées qui la composent* (*Bulletin astronomique,* août et septembre 1905.)

(3) Lorsque le spectrographe enregistreur relève seulement les formes, il prend le nom de *spectrohéliographe.*

(4) *Images spéciales du Soleil données par les rayons simples qui correspondent aux raies noires du spectre solaire* (*Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 1312) et *Étude des gaz et vapeurs du Soleil. Comparaison entre les appareils et les méthodes employés récemment* (*Journal d'Astronomie* et *Journal des spectroscopistes italiens,* décembre 1894).

entière et s'accommodent mieux d'une petite dispersion. Puis, il avait été employé à isoler une portion des raies noires H_1 et K_1 du calcium, et les raies noires voisines les plus larges, dues à l'aluminium, au carbone, au fer.

Ces images des raies noires, toutes nouvelles, décèlent une couche plus basse de l'atmosphère, la couche renversante, jusqu'alors inaccessible en dehors des éclipses. Elles ont la particularité suivante : elles offrent, comme les images de H_2 et K_2, des plages brillantes à l'emplacement des facules du disque, aussi bien au centre qu'au bord; mais ces plages sont moins étendues que celles de H_2 et K_2 et se rapprochent des facules elles-mêmes.

Cette première recherche, à cause de la faiblesse de l'appareil, n'a été appliquée qu'à une douzaine de raies noires; mais, comme l'a remarqué Deslandres en 1894, elle peut être étendue à toutes les raies noires, au nombre de 20000, et en particulier à la petite raie K_3, qui décèle, non plus la couche renversante, mais la chromosphère supérieure; il faut seulement employer des appareils astronomiques et spectraux d'une grande puissance, avec des plaques extrêmement sensibles [1].

L'étude des vapeurs à raies noires est reprise en 1903 et 1904 par Hale et Ellermann dans des conditions meilleures. Ils emploient la grande lunette de $1^m,05$ d'ouverture de l'Observatoire Yerkes et un grand spectrographe qui permet d'isoler de nombreuses raies noires, étant formé par des lentilles de 1^m et un réseau que renforcent des prismes. Ils retrouvent avec les raies noires les plages brillantes des facules et signalent un fait nouveau fourni par les raies de l'hydrogène : parfois, une partie de la facule entourant une tache offre, non plus une plage brillante, mais une plage noire relativement au fond. Cette anomalie curieuse a été rapportée à la chromosphère supérieure et rapprochée d'anomalies similaires déjà annoncées pour l'image de la raie K_3.

En 1904, Deslandres reprend, avec le spectrographe Ouest de Meudon, les recherches de 1894, et isole des raies telles que $\lambda 404,5$ du fer, qui, avec une forte dispersion, offrent une raie centrale très noire et deux parties moins noires et dégradées, de chaque côté; mais le spectrographe, étant très peu dispersif, réunit dans sa seconde fente les trois parties de la raie et donne un résultat global pour l'ensemble de la raie et de la vapeur; l'auteur remarque que la partie centrale, isolée seule, peut donner une image différente.

En 1905, il poursuit l'étude de cette raie du fer à l'emplacement des facules, simultanément avec le petit spectrohéliographe Ouest et avec un spectrographe ordinaire très dispersif (4e spectre d'un réseau Rowland et lentilles de 3^m). Là où le premier spectrographe donne des plages brillantes, le second ne montre aucun renforcement de la raie noire centrale; d'où la conclusion que les parties dégradées de la raie, dues aux parties basses de la vapeur, donnent seules les plages brillantes [1].

En 1905, le spectrographe Est à réseau de la table mobile, réservé jus-

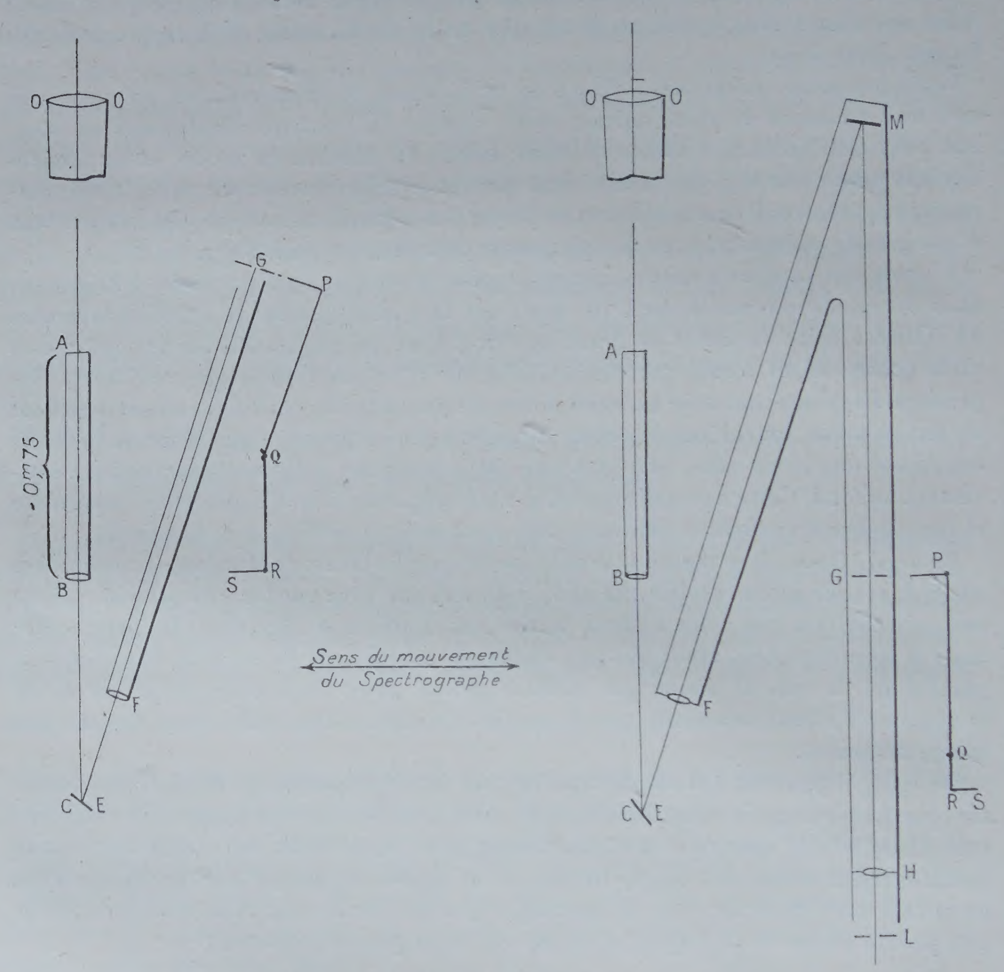
---

(1) Depuis 1894, la sensibilité des plaques du commerce a augmenté notablement, ce qui facilite les recherches sur les raies noires.

(2) DESLANDRES, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 342, et t. CXLI, 1905, p. 482.

qu'alors aux vitesses radiales, reçoit les accessoires qui assurent la photographie des formes et est utilisé aussi comme spectrohéliographe pour raies noires ; nos efforts portent surtout sur les raies très fines, telles que la petite raie noire centrale $\lambda 404,5$ du fer, et la raie noire centrale K_3 du

Fig. 1. — *Croquis des spectrographes n° 4 et n° 5.*



OO, objectif astronomique; AB, collimateur; A, première fente; C, réseau; FG, chambre; G, deuxième fente; PQRS, système de leviers; S, point fixe.

calcium, qui donnent des images différentes des précédentes, et décèlent des couches plus élevées de la vapeur ou même des amas de particules.

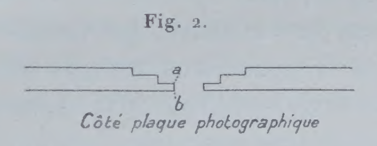
Ces petites raies sont difficiles à isoler, et nous avons dû employer le spectre de quatrième ordre du réseau avec des chambres de longueur crois-

sante. Heureusement, le type à deux mouvements rectilignes, adopté pour le spectro-héliographe, se prête à des changements quelconques de l'appareil, l'obstacle principal étant la position inclinée de la grande table. Nous avons monté successivement cinq appareils : le premier avait un collimateur de $0^m,50$ et une chambre de 1^m; le second avait un spectrographe à prismes ajouté au précédent, qui élimine la lumière diffuse du réseau; il convient, comme le premier, pour de nombreuses raies noires et les raies de l'hydrogène, mais est insuffisant pour les raies centrales 404,5 et K_3. Dans le troisième appareil, on a supprimé le spectrographe à prismes, remplacé le réseau par un autre qui diffuse moins la lumière, et fixé une chambre coudée longue de $1^m,50$. Ces trois appareils sont décrits dans le *Bulletin astronomique* de septembre 1905.

Avec l'appareil n° 3, les poses sont en général trop longues, et l'on a organisé en 1906 les appareils 4 et 5 représentés ci-contre, qui ont une image finale plus petite, large seulement de 6^{cm} et 3^{cm}, alors que l'image du Soleil sur la première fente a 3^{cm}. Ces spectrographes, qui sont grands, ont exigé l'addition à la table-support de consoles grandes et lourdes, qui, contrairement à ce qu'on craignait d'abord, n'ont pas modifié, d'une manière sensible, sa mobilité.

Dans l'appareil 4, la chambre a $1^m,50$ et le collimateur $0^m,75$. La seconde fente (placée devant la plaque), a été constituée d'abord, comme les fentes précédentes de Meudon, par deux joues en nickel, du profil ci-dessous. Elle doit, pour isoler une raie très fine, avoir en *ab* des arêtes

Fig. 2.



vives, une faible épaisseur et une courbure identique à celle de la raie; mais nous n'avons pu l'obtenir suffisamment parfaite, d'autant que l'artiste qui avait fourni les fentes précédentes est venu à manquer.

Nous avons employé concurremment une fente d'un autre genre, tracée sur une couche d'argent qui a été déposée chimiquement sur une lame mince de verre à faces parallèles, et est tournée vers l'objectif de la chambre. Cette fente a une épaisseur nulle et sa largeur peut être très petite, tout en restant constante sur la hauteur totale; elle se rapproche

mieux des conditions théoriques. La largeur n'est plus, il est vrai, modifiable à volonté, comme dans les fentes ordinaires, et la transparence, au moins dans nos essais, n'était pas absolument la même sur toute la hauteur, ce qui donnait lieu à de faibles stries parallèles dans l'image [1].

En fait la fente sur argent est excellente pour les raies très fines, telles que la partie centrale de λ 404,5 et les parties dégradées. On la choisit un peu plus fine que la raie, et l'on fait des épreuves successives du Soleil, en déplaçant à chaque fois, d'une fraction de sa largeur, la fente par rapport à la raie; on ajoute aussi, dans un coin de chaque épreuve, deux spectres solaires, au haut et au bas de la fente, ce qui permet de juger le parallélisme avec la raie et l'écart variable des deux lignes.

Or, avec la raie λ 404,5, les plages brillantes des facules apparaissent nettement au centre du disque solaire, lorsqu'on isole les parties dégradées; elles sont invisibles, malgré une pose plus longue, sur les images formées seulement avec la petite raie noire centrale. L'observation exige de bonnes conditions atmosphériques et est longue, chaque épreuve exigeant plus de 10 minutes.

La même recherche a été tentée avec la raie K_3, en ajoutant en plus des épreuves par sections successives, avec le mouvement discontinu, épreuves qui donnent les largeurs et les intensités exactes de K_2 et K_3 sur tout le disque.

Cependant, pour l'isolement de raies très fines, le spectrographe n° 5, dont la chambre a été agrandie jusqu'à $3^m,50$, convient mieux encore. Une chambre aussi longue, pour être fixée à la table inclinée, a dû être coudée en M, par un miroir auxiliaire, qui touche presque le plafond de la pièce, et réflechit le faisceau dans une direction perpendiculaire au mouvement de la table et du spectrographe. L'image en G, cinq fois plus grande qu'en A, exigerait une pose trop longue; elle est reprise par un objectif auxiliaire, qui la diminue dans le même rapport, et l'image en L est égale à celle en A [2]. Avec cette disposition, la plaque photographique

---

[1] La transparence variable le long de la fente tient vraisemblablement à ce que la pointe traçante a laissé un peu d'argent sur quelques points. Il semble possible d'éliminer ce défaut. Quant à l'inconvénient de la largeur constante, on l'atténue en ayant sur la même lame argentée plusieurs fentes parallèles de largeur croissante.

[2] En fait, l'image en L n'est même pas égale à celle en A, elle est diminuée de moitié dans le sens de la hauteur. Car la place exiguë dont on dispose ne permet pas

en L est immobile, fixée au sol, et les deux mouvements ordinaires du spectrographe se réduisent à un seul; on a ajouté cependant un système de leviers PQRS pour une plaque mobile placée en G, qui peut fournir des épreuves par sections successives ou de vitesses radiales.

Le spectrographe n° 5 a été employé avec succès l'année dernière pendant tout le mois d'août. Il a permis de vérifier aisément les résultats obtenus sur la raie 404,5 et de les étendre à la raie similaire du fer 438,5, et aussi, quoique d'une manière moins nette, à d'autres raies moins larges. Les parties dégradées donnent seules les plages brillantes des facules; la raie noire centrale donne une image différente; cette image, petite mais nette, offre un réseau de petites inégalités qui lui est spécial, car il disparaît lorsqu'on isole un intervalle brillant du spectre entre deux raies noires dans le voisinage. L'image de la raie centrale représente vraisemblablement la couche supérieure de la vapeur de fer; une discussion ultérieure fera ressortir la part des amas de particules dans les deux images.

La raie K_3 a donné des images qui, suivant les prévisions de 1894, n'ont pas toutes les plages brillantes de l'image de K_2; mais les différences ont été moins grandes qu'on ne le pensait, peut-être parce que la dispersion et la perfection de la fente n'étaient pas encore assez grandes; en tout cas ces images n'ont aucun rapport avec les *dark calcium flocculi* de Hale, qui apparaissent avec une faible dispersion. On a cherché aussi à reconnaître l'accord supposé avec les plages noires des raies de l'hydrogène, et le résultat a été plutôt négatif; mais une étude plus complète sera nécessaire pour une conclusion ferme. De toute façon, le spectrographe n° 5, d'un type nouveau, est recommandable, et il convient bien pour l'étude des petites raies noires, surtout si l'on augmente encore ses dimensions, la distance focale de la chambre et aussi la grandeur de la distance focale de l'objectif astronomique.

Enfin, nous avons aussi recherché d'une manière spéciale les amas de particules au bord extérieur, mais avec le spectrographe ouest à faible dispersion. Suivant la méthode indiquée récemment par Deslandres, nous avons isolé d'abord la raie K_2 qui donne les protubérances ordinaires, puis des portions de K_1. Or, plusieurs fois, et en particulier le 20 juillet à l'Est, latitude 20° Nord, nous avons eu une image de K_1 qui est différente de celle de K_2 et est due très probablement à des particules si, toutefois, K_2

---

de remplir les conditions énoncées dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 1210).

n'a pas été déplacée par la vitesse radiale pendant la pose de K_1. Or l'appareil actuel ne permet pas cette vérification; il faudrait, pendant la pose de K_1, enregistrer les vitesses radiales de K_2 ou suivre les variations des raies de l'hydrogène (ce qui exigerait un miroir concave à la place de l'objectif astronomique). Dans l'organisation nouvelle que nous préparons la vérification sera possible, et nous aurons un spectrohéliographe à trois fentes, et même, polychrome [1], qui convient mieux pour cette recherche spéciale.

En résumé, les recherches de 1906 ont révélé quelques faits nouveaux et ont comporté l'essai de dispositions nouvelles pour la reconnaissance complète de toutes les vapeurs solaires et de leurs couches successives.

ZOOLOGIE. — *Autopsie de l'éléphant d'Afrique Sahib mort au Muséum le 29 janvier* 1907. Note de M. **Edmond Perrier.**

L'éléphant d'Afrique qui vient de mourir au Muséum était le plus gros des éléphants de son espèce vivant en Europe; il n'est peut-être pas sans intérêt de faire connaître les conditions dans lesquelles sa mort est survenue. Suivant le règlement observé à la Ménagerie, dès qu'il a été reconnu malade, les services que l'étude de sa maladie pouvait intéresser ont été prévenus, et après sa mort l'autopsie en a été faite : pour partie à la Ménagerie, où M. Tissot, assistant de Pathologie, a fait les prélèvements utiles à ses recherches; pour partie au laboratoire d'Anatomie comparée par les soins de M. Gervais, assistant, des préparateurs MM. Neuville, Pettit et Anthony, tandis que Mme Phisalix, docteur en Médecine, faisait un examen scrupuleux de l'état des organes.

L'animal avait été acheté à Leine (Hanovre) et faisait partie de la Ménagerie depuis le 18 avril 1883, c'est-à-dire depuis 24 ans; il devait avoir environ 6 ans quand il y est entré; il avait donc au moment de sa mort une trentaine d'années et pesait entre 4000^{kg} et 5000^{kg}. Grâce à l'habileté avec laquelle M. le Dr Henri Gervais a dirigé les travaux d'une équipe d'ouvriers professionnels requis à cet effet, l'enlèvement de cette masse énorme, préalablement dépecée de manière à laisser toute facilité aux

---

(1) La lame argentée permet de réaliser facilement la fente multiple du spectrographe polychrome. On trace quatre fentes qui correspondent aux deux moitiés de H_1 et de K_1 et on laisse un mince filet d'argent pour arrêter H_2 et K_2.

recherches scientifiques, a pu être opéré en 21 heures et le tout a été transporté au laboratoire d'Anatomie comparée. M. Visto, préparateur, a tout disposé pour que le squelette de ce magnifique animal puisse être monté pour la galerie d'Anatomie comparée.

L'animal passait pour malade depuis quelque temps, mais son amaigrissement tenait sans doute à la longueur de ses périodes de rut. Ainsi qu'on va le voir, il était, au contraire, demeuré parfaitement sain jusqu'à la maladie aiguë qui l'a enlevé. On n'a trouvé dans son estomac aucun objet de nature à lui nuire sérieusement : une pièce de 10 centimes, une pièce de 50 centimes, une plaque d'épingle de cravate, une petite masse de plomb et quelques cailloux, objets avalés par mégarde.

On trouvera ci-après une Note de Mme Phisalix relative à l'autopsie de l'animal.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Déterminisme de la superiorité de la dépense énergétique attachée à l'assimilation des aliments albuminoïdes.* Note de M. A. Chauveau.

Toute explication de dépense énergétique excitée par la digestion, l'absorption, l'assimilation et l'emploi des aliments, dans l'organisme animal, repose nécessairement sur la connaissance de leur *destination : destination lointaine* et *définitive*, *destination immédiate* et *provisoire*.

La *première* aboutit, en définitive, aux phénomènes de combustion directe ou indirecte dégageant, au profit de toutes les activités physiologiques qui sont les caractéristiques de la vie, l'*énergie actuelle* contenue en puissance dans la ration alimentaire; la *seconde* se définit par l'accumulation, dans des réserves spéciales, de l'*énergie potentielle* que l'alimentation offre en excès aux besoins de l'organisme animal.

Plus ou moins explicitement, cette distinction a toujours été acceptée par les physiologistes. Mais on s'est cru autorisé à ne faire état que de la *destination définitive* des aliments dans le bilan énergétique de l'économie animale. Leur *rôle provisoire*, c'est-à-dire la *formation* et *l'emmagasinement des réserves de potentiel*, est généralement considéré comme à peu près neutre ou indifférent au point de vue dynamique. Il est certain que, dans cette manière de considérer les choses, il deviendrait facile d'établir la légitimité *théorique* du principe des *substitutions isodynames* et celle des résultats que Rubner a obtenus de sa méthode de démonstration.

Mais le fait de la supériorité de la dépense liée à l'alimentation carnée ne peut être écarté. Il se dresse vigoureusement devant et contre ce principe, et l'on va voir comment cette supériorité de dépense, étroitement rattachée à l'*emmagasinement des réserves de potentiel*, démontre l'importance que prend, dans l'ensemble de la dépense énergétique, la *destination immédiate du potentiel-albumine* de la ration.

Supériorité de la dépense énergétique liée à l'alimentation carnée, dans le cas de suralimentation. — Il est très facile de donner la mesure des dangers d'erreur auxquels on s'expose, quand on écarte systématiquement la *destination immédiate* de l'aliment du compte des dépenses d'énergie du bilan final. On n'a qu'à remplacer par des rations surabondantes les simples rations d'entretien, dans les expériences comparatives où apparaissent si nettement les différences introduites par la nature des aliments. *L'emmagasinement des réserves se décèle alors par une augmentation de poids du sujet, un peu inégale, mais néanmoins suffisamment démonstrative. Et il se rencontre également que les différences observées dans la dépense, quand on substitue la viande au saindoux ou au sucre dans la ration complémentaire, prennent une valeur considérable.*

Les expériences sur le sujet suralimenté. — Je me réserve d'en parler longuement plus tard [1]. Pour le moment, il suffit de donner les résultats très nets et très précis que j'ai fait émerger des documents fournis par mes expériences de 1898. Dans un certain nombre de cas, la ration complémentaire avait été doublée. La comparaison des effets produits sur les échanges respiratoires par la ration type et cette ration doublée, chez le sujet au repos, est présentée dans le Tableau suivant :

	A. Composition des rations.				B. O^2 absorbé en 24 heures.		
		Ration complémentaire				Sujet recevant la ration complémentaire	
	Ration fondamentale.		simple.	doublée.	Sujet inanitié.	simple.	doublée.
I...	Zéro (inanition)	zéro	»	»	$219^{l},66$	»	»
II...	Viande 500^{g}	sucre	168^{g}	336^{g}	»	$224^{l},73$	$240^{l},50$
III..	» 500^{g}	saindoux	110^{g}	220^{g}	»	$270^{l},10$	$292^{l},65$
IV..	» 500^{g}	viande	700^{g}	1400^{g}	»	$307^{l},81$	$388^{l},75$

Les différences que ce Tableau fait ressortir se montrent vraiment saisissantes. Elles

(1) Je tiens à dire de suite que, dans ces nouvelles expériences, les différences d'énergie consommée sont appréciées, à la fois, d'après l'oxygène absorbé dans les échanges respiratoires et d'après les déterminations de chaleur produite.

sont telles que le rapport de l'oxygène consommé dans le cas de ration-viande à l'oxygène consommé dans le cas de ration-sucre passe de $\frac{307,81}{224,73} = 1,370$ à $\frac{388,75}{240,50} = 1,616$ quand ces rations complémentaires augmentent du simple au double.

Ainsi, la supériorité de la dépense énergétique liée au régime carné s'accroît notablement, en même temps que la quantité des aliments, c'est-à-dire la *formation des réserves de potentiel énergétique*.

On ne saurait fournir une meilleure démonstration de l'étroitesse des rapports qui, dans le cas considéré, rattachent la surconsommation d'oxygène à la transformation de l'aliment-albumine en potentiel de réserve. C'est là, pour l'explication de cette surconsommation, un premier point acquis, qui est de grande importance. Mais, avant d'en poursuivre plus loin le *déterminisme*, il convient d'introduire certaines précisions dans le sujet ci-après.

Formes chimiques des réserves de potentiel. — On s'accorde à admettre des réserves d'*albumine*, d'*hydrates de carbone* et de *graisse* : quelle signification emporte avec eux les termes appliqués à la désignation de chacune de ces catégories?

Les *réserves albuminoïdes* ne méritent réellement pas leur nom. Elles sont tout simplement représentées par la pléthore physiologique des humeurs et des tissus. Une fois acquis, cet optimum de bon état d'entretien ne peut être dépassé. A proprement parler, il ne constitue pas une réserve; mais il en joue le rôle. En effet, dans le cas d'inanition, cet optimum baisse par résorption incessante des albuminoïdes, plus ou moins suivant les tissus et les humeurs, jusqu'à ce que la résorption atteigne les limites au delà desquelles survient la déchéance mortelle. En attendant, les albuminoïdes disparus ont contribué à faire vivre le sujet sur sa propre substance.

Les *réserves d'hydrates de carbone* sont, au contraire, de véritables provisions de potentiel, indépendantes de la constitution des tissus où elles sont déposées. Elles consistent en *glycogène* qui imprègne les cellules du foie et les faisceaux du système musculaire. Ces réserves sont appelées à jouer un rôle considérable et très intéressant. Elles n'en sont pas moins fort peu abondantes, parce qu'elles se trouvent en un perpétuel état de consommation et de renouvellement, qui en laisse longtemps subsister les traces dans l'inanition prolongée. Mais leur peu d'importance, au moment où l'inanition commence, montre clairement que le *glycogène préformé* ne compte guère comme provision de potentiel énergétique, quel que soit l'embonpoint du sujet.

C'est le *tissu adipeux* qui est le véritable grenier d'abondance où s'accumule le potentiel de réserve de l'organisme animal. La quantité de *graisse* qu'il peut emmagasiner est considérable. Et, si grande qu'elle soit, le sujet peut la consommer presque en totalité pendant l'inanition si celle-ci est suffisamment prolongée. Voilà la source essentielle où la machine animale puise l'énergie dont elle a besoin pour son fonctionnement, quand elle n'est plus alimentée. C'est surtout grâce à ce riche dépôt d'énergie, précieusement accumulé dans l'organisme, qu'il continue, en dehors de toute alimentation, à effectuer tous les travaux physiologiques intérieurs aboutissant au formidable *excretum* thermique que l'on connaît.

Énorme est la différence qu'introduit, entre les machines inanimées et la machine animale, cette remarquable particularité! Si le foyer de la machine inanimée cesse d'être alimenté, il s'éteint immédiatement. Privé de tout aliment nouveau, le foyer de la machine animale continue à brûler et prolonge son activité pendant des jours, des semaines, même des mois, avec la plus remarquable régularité! N'est-ce pas une raison de se demander si les réserves de potentiel chargées de fournir l'énergie à l'organisme animal, pendant les périodes d'inanition, ne continuent pas à remplir ce rôle avec plus ou moins d'activité chez les sujets alimentés? Dans ce cas, les matières de la ration, au lieu de se substituer aux réserves, s'emploieraient plutôt à les reconstituer purement et simplement.

Ce serait là la *destination directe, immédiate* de l'aliment, prélude de sa *destination définitive,* qui est de fournir au travail physiologique ou intérieur, sous forme de potentiel de réserve, l'énergie nécessaire à son exécution.

Je n'exprime point là une simple vue de l'esprit. Il se rencontre, en effet, que l'expérience a démontré qu'au moment où l'animal passe de l'état de sujet inanitié à l'état de sujet alimenté, il continue à se servir de ses réserves de graisse dans une assez large mesure pour se procurer l'énergie nécessaire aux manifestations de l'état de vie (*voir* mon Mémoire du Cinquantenaire de la Société de Biologie : *Le prolongement, chez le sujet alimenté, du processus de dépense énergétique de l'état d'inanition, d'après les échanges respiratoires pendant le travail*).

Il est donc légitime de considérer la reconstitution des réserves de *graisse* comme l'un des objets essentiels de la *destination immédiate des aliments.*

Laissons de côté ce qui concerne la reconstitution des réserves de graisse par les aliments gras et hydrocarbonés. Il est, en effet, très facile de deviner ce que j'aurais à en dire si j'avais l'espace nécessaire. Du reste, la

recherche qui se poursuit ici concerne tout particulièrement le régime carné. Il n'y a pas à s'en écarter.

Rôle prochain et destination immédiate des aliments albuminoïdes. — Ce rôle prochain, c'est ou de participer à la fonction rénovatrice de la matière des tissus, en se substituant en nature aux albuminoïdes usés, ou de reconstituer, par leur transformation en corps ternaires, les réserves d'énergie potentielle accumulées dans l'organisme, surtout sous forme de *graisse*. Cette transformation, connue depuis longtemps, solidement établie sur les beaux travaux de Voit ou de Pettenkoffer et Voit, contrôlée par nombre d'autres recherches auxquelles je puis joindre celles qui me sont propres, est devenue une notion courante, malgré l'opposition qu'y a faite Pflüger. J'ai donc licence d'en parler brièvement sans entrer dans aucun détail.

Le potentiel-albumine ne manque jamais à sa double *destination immédiate*, même lorsque la quantité en est à peine équivalente à la quantité d'albumine à remplacer quotidiennement dans les tissus. Il semblerait que, dans ce cas, l'*albumine remplaçante* dût se consacrer exclusivement au rôle réparateur dont elle est seule capable. Les faits ont démontré qu'il n'en est rien. Si faible qu'en soit la quantité, l'albumine se donne toujours à ses deux destinations. Il arrive alors que la rénovation des tissus ne se fait qu'incomplètement, parce qu'une grande partie de cette albumine *remplaçante* subit, sans pouvoir s'y soustraire, après élimination totale de son azote sous forme d'urée ou autres uréides, une transformation en potentiel ternaire, plus ou moins directement employé à fournir l'énergie nécessaire aux besoins des travaux physiologiques courants de l'organisme.

Il n'y a plus qu'à formuler maintenant le *mécanisme chimique* de cette transformation. On n'a pas à choisir. En raison de l'identité rigoureusement établie maintenant entre la valeur de la chaleur de combustion des aliments et la valeur de la chaleur qu'ils produisent par leur consommation dans l'organisme animal, le *processus d'oxydation simple* doit être systématiquement placé à l'origine de toutes les mutations exothermiques qui ont leur siège dans l'intimité des tissus. Ainsi s'impose, pour la transformation de l'albumine en graisse, ce processus de combustion incomplète :

$$\overbrace{4C^{72}H^{112}Az^{18}O^{22}}^{\text{Albumine.}} + 139O^2 = \overbrace{36COAz^2H^4}^{\text{Urée.}} + 138CO^2 + 42H^2O + \overbrace{2C^{57}H^{110}O^6}^{\text{Stéarine.}}.$$

C'est généralement à ce stade que s'arrête la transformation *immédiate* de l'albumine alimentaire dont l'énergie doit s'emmagasiner dans les réserves. Mais, si le pro-

cessus d'oxydation incomplète qui a présidé à cette transformation en *graisse* se continue, celle-ci devient *hydrate de carbone :*

$$\underbrace{2\,C^{57}H^{110}O^{6}}_{\text{Stéarine.}} + 67\,O^{2} = 18\,CO^{2} + 14\,H^{2}O + \underbrace{16\,C^{6}H^{12}O^{6}}_{\text{Hydrate de carbone.}}$$

Enfin, le prolongement ultime du processus d'oxydation effectue la combustion complète de l'*hydrate de carbone :*

$$\underbrace{16\,C^{6}H^{12}O^{6}}_{\text{Hydrate de carbone.}} + 96\,O^{2} = 96\,CO^{2} + 96\,H^{2}O \quad (^{1}).$$

La comparaison de ces trois équations explique immédiatement la supériorité de la dépense énergétique inhérente à l'alimentation carnée et en donne le *déterminisme*. C'est l'effet des *mutations chimiques* qui préparent le potentiel albuminoïde à sa *destination* de pourvoyeur des provisions d'énergie accumulées dans les *réserves de graisse*. C'est aussi l'effet du *processus d'oxydation incomplète* qui préside à la métamorphose, en y consacrant une quantité notable d'énergie, définitivement perdue pour les besoins des travaux physiologiques proprement dits, c'est-à-dire la mise en œuvre des propriétés biologiques fondamentales des éléments de l'organisme.

Ainsi se résout la question du *déterminisme* de la supériorité de la dépense énergétique consacrée à l'utilisation de la ration carnée. Cette question est étroitement liée, comme on le voit, à celle du *rôle prochain* et de la *destination immédiate* du potentiel-albumine.

En résumé, *la dépense générale d'énergie, habituelle au sujet qui est en état d'abstinence, s'augmente, chez le sujet alimenté, de l'énergie nécessaire à la digestion, l'absorption et l'assimilation des principes alimentaires.*

Tous les aliments n'exigent pas, pour ces diverses opérations, la même dépense d'énergie. Les différences se perçoivent et s'expliquent très bien dans le cas de l'assimilation, qui s'effectue surtout par incorporation du potentiel alimentaire dans les réserves graisseuses.

Avec les hydrates de carbone et les aliments gras, cette incorporation se fait

---

[1] Ce sont là les équations primitives de mon opuscule sur *La vie et l'énergie* (1894). Les légères modifications que j'y pourrais introduire aujourd'hui n'ajouteraient rien à la correction de leur fond.

économiquement : ceux-ci n'ayant qu'à être adaptés à leur nouveau milieu; ceux-là se transformant en graisse par un simple processus de dédoublement quasi-neutre au point de vue thermique.

C'est autre chose avec les albuminoïdes. Leur transformation en graisse est beaucoup plus onéreuse. La production des réserves graisseuses aux dépens de l'aliment-albumine explique donc très bien la supériorité de la dépense énergétique liée à l'usage de la ration carnée.

Cette production résulte d'une oxydation incomplète (jusqu'à l'urée) du potentiel-albumine, oxydation qui libère une notable quantité d'énergie, sans autre utilisation que la genèse du métabolisme chimique à laquelle s'emploie cette énergie.

Avec les très fortes rations de viande, l'énergie actuelle ainsi employée à la formation des réserves de graisse prend une grande valeur.

Mais la ration n'a pas besoin d'être surabondante pour que ce proccessus de transformation de l'albumine en graisse entre en jeu. Même en petite quantité, l'albumine de la ration satisfait à sa double destination, qui est d'opérer la rénovation de la matière des tissus et de concourir à l'entretien des réserves de potentiel graisseux.

Il en résulte que la supériorité de la dépense attachée à l'alimentation carnée se manifeste nettement dans le cas où les sujets sont nourris avec des rations capables seulement de les maintenir en équilibre de nutrition.

Tous ces faits sont incompatibles avec le principe des substitutions isodynames. Il faut renoncer à chercher la valeur nutritive des aliments dans leur chaleur de combustion. La théorie de l'aliment et de l'alimentation ne peut plus être présentée sous cette forme simpliste.

PATHOLOGIE. — *Nouvelle contribution à l'étude des trypanosomiases du Haut-Niger.* Note de M. A. LAVERAN.

Dans une Note antérieure (¹) j'ai décrit, sous le nom de *Trypanosoma Cazalboui*, un trypanosome d'une espèce nouvelle qui est l'agent de l'épizootie signalée par MM. Cazalbou et Pécaud, vétérinaires militaires, sous le nom de *Souma*. En même temps, j'indiquais que, chez des moutons provenant de Ségou ramenés en France par M. Cazalbou, j'avais trouvé deux

(¹) *Comptes rendus*, séance du 9 juillet 1906.

autres trypanosomes dont une espèce voisine de *Tr. dimorphon* ; c'est de ce dernier trypanosome que je m'occuperai aujourd'hui.

Les trypanosomes étaient si rares chez le mouton que l'examen histologique du sang n'a jamais permis de constater leur présence, mais des cobayes et des souris inoculés sur le mouton se sont infectés et, chez ces animaux, le trypanosome a pullulé, ce qui m'a permis d'étudier ses caractères morphologiques.

Dans les frottis de sang desséché, fixé et coloré par les procédés ordinaires (procédé de Giemsa ou mon procédé), le trypanosome se présente sous deux formes bien distinctes : formes longues et minces, formes courtes et larges.

1° *Formes longues et minces.* — Ces trypanosomes mesurent de 25^{μ} à 35^{μ} de long sur $1^{\mu},5$ environ de large. L'extrémité postérieure est plus ou moins effilée, parfois comme épointée. La membrane ondulante est très étroite. Le flagelle a une partie libre assez longue. Vers la partie moyenne du corps, on distingue le noyau qui est allongé dans le sens de l'axe du corps. Le centrosome, bien visible, est situé en général assez loin de l'extrémité postérieure. Le protoplasme est homogène.

Les formes en voie de division ne sont pas rares. La bipartition qui commence par le centrosome se poursuit par le flagelle, par le noyau et enfin par le protoplasme.

2° *Formes courtes et larges.* — Ces trypanosomes mesurent de 14^{μ} à 20^{μ} de long, sur 3^{μ} et parfois 4^{μ} de large. L'extrémité postérieure forme un cône très court. La membrane ondulante, très large, est peu plissée (3 à 4 plis); le flagelle n'a pas de partie libre, le protoplasme se prolongeant jusqu'à l'extrémité antérieure. Vers la partie moyenne du corps on trouve un noyau arrondi; le centrosome est situé près de l'extrémité postérieure (distance un peu variable). Le protoplasme est homogène ou bien il montre des granulations chromatiques.

Les formes de division par bipartition sont plus rares que pour les grands trypanosomes.

Dans certaines préparations, les grandes formes dominaient, mais chez tous les animaux inoculés avec le virus du mouton, j'ai retrouvé les deux formes.

Les stades intermédiaires sont rares.

Dans le sang frais, les mouvements des trypanosomes sont très vifs, ce qui ne permet pas de distinguer les deux formes si distinctes dans les préparations de sang fixées et colorées.

Ce trypanosome a été vu déjà.

Dans un travail publié en 1904, M. Cazalbou note que, chez un cheval infecté dans la région du Bani, il a trouvé deux sortes de trypanosomes, dont l'une plus courte et plus large que l'autre; Cazalbou pense qu'il s'agit d'une infection double (1).

---

(1) L. Cazalbou, *Les trypanosomiases au Soudan français* (*Rec. de méd. vétérinaire,* 15 octobre 1904).

Dans plusieurs lettres datées de Kati, 1906, M. Pécaud me parle d'infections des Équidés, de la région de la Volta, caractérisées par l'existence, dans le sang, d'un long trypanosome avec un flagelle libre, et d'un autre trypanosome court et large. Ces deux formes sont très visibles dans des préparations que M. Pécaud a bien voulu m'envoyer de Kati. M. Pécaud incline à croire qu'il s'agit d'une infection double, mais il constate qu'il n'a jamais réussi à séparer les deux trypanosomes.

A. Balfour paraît avoir observé aussi cette trypanosomiase au Soudan anglo-égyptien (1).

En dehors des Équidés et des Bovidés chez lesquels l'infection naturelle est fréquente, dans certaines régions du Soudan, la plupart des Mammifères sont sensibles à ce virus.

Chez le mouton qui m'a été envoyé de Ségou, l'infection a duré 4 mois et s'est terminée par guérison. Un autre mouton, inoculé le 3 septembre 1906, était encore infecté le 7 janvier dernier.

Une chèvre, inoculée le 25 mai 1906, s'est infectée et est morte le 13 juillet; une autre chèvre, inoculée le 26 octobre 1906, est encore infectée.

Chez les moutons et chez les chèvres, le seul symptôme morbide est l'amaigrissement; je n'ai pas observé de poussées fébriles bien nettes ni d'ophtalmies. Les trypanosomes sont toujours très rares dans le sang chez ces animaux.

Chez les chiens, les cobayes, les rats et les souris, la maladie est toujours mortelle; les trypanosomes sont nombreux ou très nombreux dans le sang au moment de la mort et la rate est augmentée de volume.

Deux chiens sont morts en 14 jours et 16 jours.

Chez les cobayes, au nombre de 25, la durée moyenne de la maladie a été de 40 jours. Poids moyen des cobayes : 342g. Poids moyen de la rate : 1g,50.

Chez les rats, au nombre de 6, la durée moyenne de la maladie a été de 19 jours. Poids moyen des rats : 118g. Poids moyen de la rate : 2g,58.

Chez les souris, au nombre de 29, la durée moyenne de la maladie a été de 17 jours (maximum, 34 jours). Poids moyen des souris : 16g. Poids moyen de la rate : 0g,65 (maximum, 1g,10).

Cette trypanosomiase doit-elle être assimilée à la maladie des chevaux de Gambie produite par *Tr. dimorphon*, y a-t-il infection double ou bien s'agit-il d'une forme nouvelle? Telles sont les questions qui se posent.

Tr. dimorphon se présente, comme son nom l'indique, sous deux formes, l'une grande, l'autre petite, mais ces formes diffèrent assez notablement de celles décrites ci-dessus; la forme allongée n'a pas, en général, de flagelle

(1) A. Balfour, *Second report of the Wellcome research laboratories*, Khartoum, 1906, p. 123.

libre et la petite forme n'atteint pas les dimensions en largeur de la petite forme du trypanosome qui fait l'objet de cette Note. Ces différences morphologiques ne suffiraient pas d'ailleurs à séparer ces deux trypanosomes [1].

Au point de vue de la symptomatologie, on peut noter des différences assez sensibles entre les deux infections; c'est ainsi que, chez les souris, je n'ai pas observé les infections à marche lente, avec hypertrophie énorme de la rate, qui sont assez communes chez ceux de ces rongeurs qui ont été inoculés avec *Tr. dimorphon*.

Il était intéressant de rechercher si un animal ayant résisté à l'infection par le trypanosome décrit ci-dessus, et ayant acquis une immunité solide pour ce virus, aurait également l'immunité pour le *Tr. dimorphon*. Le mouton provenant de Ségou ayant guéri et s'étant montré réfractaire à une nouvelle inoculation de son trypanosome, j'ai pu réaliser cette expérience. Voici l'observation résumée de ce mouton :

Un mouton inoculé le 8 mars 1906 à Ségou sur une ânesse infectée de trypanosomiase à Garo, en novembre 1904, est ramené en France par M. Cazalbou et m'est remis le 3 mai 1906. L'examen histologique du sang du mouton fait à diverses reprises dans le cours des mois de mai, juin et juillet, est négatif.

Le 6 mai, j'inocule 2 cobayes et 2 souris; les cobayes reçoivent chacun 3^{cm^3} et les souris $0^{cm^3},25$ du sang du mouton. Les cobayes et les souris s'infectent. Les cobayes meurent en 22 et 34 jours, les souris en 18 et 20 jours. Le 19 juin, le mouton pèse $23^{kg},500$. Aucun signe morbide, les yeux ne sont pas malades. 18 juillet, poids 23^{kg}.]

Le 16 juillet, on inocule sur le mouton 2 cobayes et 2 souris qui ne s'infectent pas (les animaux ont été suivis jusqu'au 3 septembre).

Le 1er août, le mouton pèse $22^{kg},500$ et le 16, 23^{kg}.

Le 3 août, un chien reçoit dans le péritoine 30^{cm^3} du sang du mouton; ce chien, qui a été suivi jusqu'au 28 novembre ne s'est pas infecté.

Le 8 septembre, le mouton est réinoculé avec son virus qui a été conservé sur cobayes. Le cobaye qui sert à l'inoculation a des trypanosomes très nombreux ayant tous les caractères des trypanosomes trouvés sur le mouton à l'arrivée en France.

5 septembre : le mouton va bien, il pèse 26^{kg}.

Le 24 septembre, un chien reçoit dans le péritoine 20^{cm^3} du sang du mouton; ce chien ne s'est pas infecté à la date du 3 novembre. Le mouton a donc l'immunité pour son virus.

Le 16 octobre, le mouton pèse 29^{kg} et le 3 novembre, 27^{kg}.

Le 3 novembre, j'inocule le mouton à l'oreille avec le *Trypanosoma dimorphon* (ce

---

[1] Dutton et Todd ont observé chez des animaux infectés avec *Tr. dimorphon* de grandes formes avec flagelles libres et de petites formes trapues. (Laveran et Mesnil, *Trypanosomes et trypanosomiases*, 1904, p. 209.)

virus m'a été fourni en 1903 par MM. Dutton, Todd et Annett et il a été conservé depuis cette époque, à l'Institut Pasteur, par passages sur différents animaux et notamment sur les souris). La souris, dont le sang est inoculé au mouton, est fortement infectée; j'inocule sous la peau d'une des oreilles du mouton quelques gouttes du sang de la souris mélangées à de l'eau citratée.

Le 15 novembre, le mouton pèse 27^{kg}.

L'examen histologique du sang du mouton fait le 18 novembre est négatif.

20 novembre. On inocule trois souris sur le mouton; chaque souris reçoit $0^{cm^3},25$ de sang dans le péritoine. Les trois souris sont infectées le 25 novembre, elles meurent en 7, 8 et 10 jours.

Le 1er décembre, le mouton pèse 27^{kg} et le 15, 29^{kg}; il ne paraît pas malade.

20 décembre. Trois souris inoculées sur le mouton s'infectent et meurent en 11 jours.

Le 15 janvier 1907, le mouton pèse 30^{kg}; il a donc augmenté de poids malgré l'infection par *Tr. dimorphon*.

Une souris inoculée le 20 janvier sur le mouton ($0^{cm^3},25$ de sang) s'infecte et meurt le 31 janvier.

L'infection produite par *Tr. dimorphon* persiste donc au bout de trois mois.

Il ressort de cette observation, ce me semble, que le trypanosome décrit plus haut ne saurait être identifié à *Tr. dimorphon*.

On peut écarter également l'hypothèse d'une infection double. De même que M. Pécaud, je n'ai jamais réussi à séparer la grande forme de la petite. Comme le grand trypanosome avec un flagelle libre ressemble à *Tr. Evansi* et que la Mbori (variété du Surra) est enzootique au Soudan français, j'ai inoculé le virus du mouton à une chèvre guérie de la Mbori et ayant l'immunité pour cette trypanosomiase; la chèvre s'est infectée et les animaux inoculés sur elle ont montré des trypanosomes des deux formes caractéristiques.

La grande forme ne peut pas être rapprochée de *Tr. Cazalboui* (dont elle diffère d'ailleurs morphologiquement), puisqu'elle s'observe dans l'infection des petits Mammifères.

Je crois pouvoir conclure que le trypanosome décrit dans cette Note appartient à une espèce nouvelle que je propose de désigner sous le nom de *Tr. Pecaudi*.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la relation entre les chutes de la pression barométrique et les dégagements de grisou dans les mines*. Note de M. G. BIGOURDAN.

Parmi les causes nombreuses qui peuvent influer sur les dégagements de grisou dans les mines de charbon de terre, on a signalé depuis long-

temps (¹) les chutes de la pression barométrique : ces dégagements seraient plus abondants surtout quand le baromètre descend ou quand il est bas.

Une telle relation, dont les causes logiques sont faciles à saisir, présenterait pratiquement une grande importance; aussi paraît-il utile de la contrôler aussi souvent que possible.

Les explosions qui se sont produites, le 28 janvier dernier, dans les bassins de Lens et de Saarbrück, sont, à cet égard, assez instructives, car ces explosions, frappantes par leur presque simultanéité, se sont produites à un moment où le baromètre, depuis longtemps élevé, faisait une chute assez rapide.

Sans méconnaître les autres causes qui ont pu concourir à produire cette simultanéité, il y a donc là une coïncidence qui augmente notablement le *poids* de cette observation.

Voici d'ailleurs l'allure du baromètre à Paris (²), à l'époque où ces explosions se sont produites et dans la période précédente (³) :

Du 6 au 13 janvier le baromètre a oscillé de.......	766,5 mm	à	774,2 mm
Du 13 au 20 »	769,5	à	773,1
Du 20 au 27 »	763,0	à	770,7

Puis à partir du 27, à 10^h du matin, la hauteur barométrique a diminué constamment et a passé par les valeurs suivantes :

	h	mm		h	mm
1907. Janvier 27 à	10..........	768,0	1907. Janvier 28 à	10..........	762,6
»	14..........	766,6	»	14..........	759,4
»	18..........	766,5	»	18..........	757,5
»	22..........	765,0	»	22..........	755,7
» 28 à	2..........	764,1	» 29 à	2..........	753,4
»	6..........	762,5	»	6..........	751,4

Les explosions s'étant produites dans la matinée du 28, la pression n'était donc guère inférieure alors à la valeur minima ($763^{mm},0$) qu'elle

(¹) Voir notamment deux Notes, l'une d'Arago et l'autre de Combes, à propos d'un Mémoire de John Buddle sur ce sujet (*Comptes rendus*, t. II, 1836, p. 323-324 et 509-512).

(²) Toutes les pressions données ici sont réduites à 0° et se rapportent à l'altitude de $66^m,8$.

(³) Aux lieux où les explosions se sont produites, l'allure du baromètre a été sensiblement la même qu'à Paris, ainsi qu'il résulte de l'examen des isobases données par le *Bulletin du Bureau central météorologique*.

avait eue la semaine précédente (le 25). Cela confirme la remarque déjà faite par J. Buddle que « l'accroissement dans l'émission du gaz précède généralement de quelques instants la chute du baromètre ». Et l'on pourrait dire que ce qui caractérise le moment où se sont produites les explosions du 28 janvier, c'est l'approche d'une dépression barométrique importante.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre à la place devenue vacante, dans la Section des Académiciens libres, par le décès de M. *Raphaël Bischoffsheim*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 68,

Le prince Roland Bonaparte obtient. . .	37	suffrages
M. J. Tannery » . . .	18	»
M. Carpentier » . . .	6	»
M. L. Teisserenc de Bort » . . .	4	»
M. Cornil » . . .	3	»

Le prince **Roland Bonaparte**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

PLIS CACHETÉS.

Mme veuve **Roussin** demande, en son nom et au nom des autres héritiers, l'ouverture de cinq plis cachetés déposés, en 1875 et 1876, par feu M. François-Zacharie Roussin, inscrits sous les numéros 2916, 2919, 2933, 2964, 2990.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, renferment des Notes relatives à diverses matières colorantes.

(Renvoi à l'examen de M. A. Haller.)

CORRESPONDANCE.

M. **Jörgensen** adresse ses remercîments à l'Académie pour la médaille Lavoisier qui lui a été décernée.

M. le **Recteur de l'Université d'Upsal** prie l'Académie de vouloir bien désigner un de ses Membres pour être l'hôte de l'Université pendant la célébration des fêtes qui seront données, les 23 et 24 mai 1907, en l'honneur du second centenaire de la naissance de Charles Linné.

(Renvoi aux Sections de Botanique et de Zoologie.)

M. **H.-H. Turner** fait hommage à l'Académie, en son nom et au nom des souscripteurs, d'un exemplaire de la reproduction du portrait de Sir W. Huggins, ancien Président de la Société Royale de Londres, peint par M. John Collier.

ASTRONOMIE. — *Étoiles variables nouvelles à variations lumineuses très rapides.* Note de M. **Jules Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

Les clichés de la Carte du Ciel (série reproduite par l'héliogravure) sont obtenus à l'aide de trois poses successives de 30 minutes, la plaque photographique étant légèrement déplacée entre chacune d'elles. Chaque étoile est donc représentée par trois images contiguës : semblables, quand l'état du Ciel n'a pas changé pendant la soirée d'observation, différentes s'il a varié, mais dans ce cas montrant des différences analogues dans les images de toutes les étoiles du cliché. Cependant sur les photographies obtenues à Paris en 1906 on trouve quelques-unes de ces images triples dont les intensités des composantes sont dans des rapports très différents de ceux des intensités des composantes des autres images du cliché. Deux au moins de ces particularités paraissent dues à des étoiles à variations d'éclat très rapide.

Première étoile (Hercule).

Cliché 2031, obtenu le 20 juin 1906 par M. A. Smedts (héliogravé).

Position du centre....................	$\text{Æ} = 16^h 56^m$	$D = +22°$	
Heures moyennes des poses (T. S.)....	$16^h 7^m$	$16^h 40^m$	$17^h 13^m$

Coordonnées de l'étoile :

$x = -25^{mm},56$	$y = -18^{mm},29$	(à multiplier par 2 sur l'héliogravure)
$\alpha = 16^h 54^m 11^s$	$\delta = 21° 42' 0'',0$	(1900)

La première pose ($16^h 7^m$) a donné l'image la plus faible, un point gris correspondant aux disques stellaires de $14^e,5$ grandeur environ ; la deuxième image est un point très noir de 13e grandeur environ, la troisième est de 2 ou 3 dixièmes de grandeur plus intense, 12,7 ou 12,8. Pour les autres étoiles photographiées sur le cliché, l'intensité des images se classerait dans l'ordre inverse; de plus, la gélatine vue au microscope n'accuse aucune anomalie, le grain est parfaitement homogène, sans aucune agglomération de particules d'argent, et chaque point est bien à sa place, ce qui empêche de craindre qu'une poussière sur la couche ait arrêté une partie de la lumière de la première pose. Il semble donc certain que l'on a affaire à une étoile variable subissant en 30 minutes une augmentation d'éclat d'au moins une grandeur et demie.

Deuxième étoile (Aigle).

Elle se trouve photographiée sur quatre clichés différents :

Cliché 2028, obtenu le 18 juin 1906 par M. A. Smedts, héliogravé (trois poses de 30 minutes).

Position du centre..............	$18^h 56^m$	$+24°$	
Heures moyennes des poses.......	$18^h 40^m$	$19^h 12^m$	$19^h 46^m$

Cliché 1988, obtenu le 21 juillet 1905 par M. Jules Baillaud, héliogravé (trois poses de 30 minutes).

Position du centre..............	$19^h 4^m$	$+24°$	
Heures moyennes des poses	$18^h 31^m$	$19^h 3^m$	$19^h 37^m$

Cliché 1987, obtenu le 11 juillet 1905 par M. A Boinot (trois poses de 30 minutes).

Position du centre..............	$18^h 56^m$	$+24°$	
Heures moyennes des poses	$18^h 53^m$	$19^h 38^m$	$20^h 10^m$

Cliché 294, obtenu le 31 août 1892 par M. Prosper Henry (une seule pose de 1 heure).

Position du centre	$19^h\ 4^m\quad +24^\circ$
Heure moyenne	$19^h 32^m$

Coordonnées de l'étoile (coordonnées rectangulaires sur le cliché 2028 reproduit) :

$x = +56^{mm},786 \qquad y = +33^{mm},774$

$Æ = 19^h 0^m 8^s,44 \qquad D = 24^\circ 40' 15'',8 \qquad (1900,0)$

L'aspect de l'image triple de cette étoile est à peu près le même sur les clichés 2028 et 1987, deux points sont presque égaux entre eux, le troisième est beaucoup plus faible. Ce dernier, qui correspond à la première pose, est à peine visible, certainement inférieur à un disque de $14^{gr},5$. Si on le compare aux images des trois autres étoiles contenues dans le même carré du réseau du cliché 2028, on le trouve très notablement plus faible qu'elles. Par contre, les deux autres points sont d'au moins une demi-grandeur plus forts que ceux des étoiles de comparaison ; on peut les estimer de $13^{gr},8$ (deuxième pose) et de $13^{gr},6$ (première pose).

Sur le cliché 1988 les trois disques sont sensiblement égaux, mais, cette fois, tous à peine comparables à ceux de la plus faible des trois étoiles de comparaison [1].

Sur le cliché 294 la pose unique de 1 heure a donné une image bien formée, presque noire, franchement moindre que celles de ces étoiles.

Ces variations indubitables dans l'intensité des images de cette étoile ne peuvent pas être attribuées à des causes purement photographiques; elles donnent donc le droit de conclure à une variation lumineuse de cet astre. Malheureusement, les observations sont trop peu nombreuses pour qu'on puisse en apprécier la période et fixer la courbe de lumière. Cependant, pour ce dernier élément, peut-être pourrait-on remarquer, sous toutes réserves, que le minimum s'observe plus souvent que le maximum et que sa durée doit être bien plus longue que celle de la variation lumineuse. Il paraît en effet se retrouver sur les quatre clichés : la première pose (30 minutes) des clichés 2028 et 1987, les trois poses (1 heure 30 minutes) du cliché 1988, la pose de 1 heure du cliché 294 ayant donné des images peu différentes (comparées par l'intermédiaire des étoiles voisines). Sa durée

---

(1) Sur l'héliogravure du cliché 2028 on voit les deux points les plus intenses de l'étoile, et l'on distingue à peine les trois étoiles de comparaison. Sur celle du cliché 1988, les quatre étoiles sont visibles, la variation plus faible.

serait donc d'au moins 1 heure 30 minutes (cliché 1988). Par contre, les variations lumineuses de près d'une grandeur qui se sont produites pendant l'obtention des clichés 2028 et 1987 semblent s'être accomplies en moins de 30 minutes; elles ont dû commencer à la fin des premières poses et se terminer pendant les deuxièmes, car, si les différences d'intensités sont grandes entre les premières et les deuxièmes poses, elles sont faibles entre les deuxièmes et les troisièmes. La courbe de lumière présenterait donc un palier prolongé à son minimum, suivi d'une ascension très brusque.

Sur les quarante clichés examinés cette année par MM. A. Boinot et J. Baillaud et contenant plus de 50000 étoiles, on n'a trouvé que trois autres étoiles dont l'une des images soit plus faible que les deux autres. Pour deux de ces étoiles, un grain de poussière sur la plaque a fait écran devant une des images; le petit point obtenu est, en effet, décentré et déformé sans que pour cela le grain de la plaque, vu au microscope, paraisse anormal. La troisième semble présenter les mêmes caractères que les étoiles des clichés 2028 et 2031, mais elle est trop faible pour qu'on puisse être sûr que les variations observées ne sont pas de simples phénomènes photographiques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quadrature des surfaces courbes*. Note (1) de M. **Zoard de Geöcze**, présentée par M. Poincaré.

1. On sait que Hermite a démontré que la définition de l'aire des surfaces courbes donnée par Serret est erronée. Mais on peut démontrer qu'entre les suites des polyèdres inscrits à la surface courbe selon les préceptes de Serret il en existe de telles que les limites des aires des polyèdres sont *déterminées*. Entre ces deux limites déterminées choisissons la limite minimum T. Pour certaines surfaces on a $T = +\infty$. Nous définissons T comme l'aire de la surface courbe.

Chaque définition donnée jusqu'à présent pour l'aire des surfaces courbes conduit à la *valeur* de T, dont, je crois, la *conception* est nouvelle. Dans ce qui suit, je fais connaître un extrait d'une partie de mes recherches sur la quadrature des surfaces courbes. Les démonstrations détaillées seront publiées ailleurs.

2. Soit $z = f(x, y)$ l'équation d'une surface située au-dessus du

(1) Présentée dans la séance du 28 janvier 1907.

carré (0, a, 0, a). Pour les rectangles d'une *division rectangulaire* du carré, posons

$$\alpha_{i,j} = (x_{i+1} - x_i)(y_{j+1} - y_j),$$

$$\beta_{i,j} = \int_{x_i}^{x_{i+1}} |f(x, y_{j+1}) - f(x, y_j)| \, dx,$$

$$\gamma_{i,j} = \int_{y_j}^{y_{j+1}} |f(x_{i+1}, y) - f(x_i, y)| \, dy$$

$$(x_0 = 0,\ x_i < x_{i+1},\ i \leqq l-1,\ x_l = a,\ y_0 = 0,\ y_j < y_{j+1},\ j \leqq m-1,\ y_m = a).$$

Théorème. — *La limite de*

$$\sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} [\alpha_{i,j}^2 + \beta_{i,j}^2 + \gamma_{i,j}^2]^{\frac{1}{2}},$$

pour $l = \infty$, $m = \infty$, $x_{i+1} - x_i = 0$, $y_{j+1} - y_j = 0$, *est déterminée et indépendante des* x_i, y_j. *Soit* t *cette limite.* T *ne peut être moindre que* t.

3. Désignons par A, B, C, D, les points de f dont les coordonnées x, y sont respectivement x_i, y_j, x_i, y_{j+1}, x_{i+1}, y_{j+1}, x_{i+1}, y_j. Projetons orthogonalement les distances $\overline{AB}$, $\overline{BC}$, $\overline{CD}$, $\overline{DA}$, sur le plan xz. Soit $b_{i,j}$ l'aire absolue de la figure qui est renfermée par ces projections. Soit $c_{i,j}$ la quantité analogue pour le plan yz. Soit $\theta_{i,j}^y$ l'aire renfermée par $\overline{AB}$ et $\widehat{AB}$, $\theta_{i,j}^x$ l'aire renfermée par $\overline{AD}$ et $\widehat{AD}$; on a

$$\theta_{i,j}^y = \int_{y_j}^{y_{j+1}} \left| f(x_i, y) - \frac{f(x_i, y_{j+1}) - f(x_i, y_j)}{y_{j+1} - y_j}(y - y_j) - f(x_i, y_j) \right| dy.$$

Théorèmes. — *Désignant par* ABC *l'aire du triangle plan* ABC, *on a*

$$\sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} (\mathrm{ABC} + \mathrm{ADC}) \geqq \sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} [\alpha_{i,j}^2 + b_{i,j}^2 + c_{i,j}^2]^{\frac{1}{2}},$$

$$\sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} [\alpha_{i,j}^2 + b_{i,j}^2 + c_{i,j}^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$\leqq \sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} \left[(\alpha_{i,j}^2 + \beta_{i,j}^2 + \gamma_{i,j}^2)^{\frac{1}{2}} + \theta_{i,j}^y + \theta_{i+1,j}^y + \theta_{i,j}^x + \theta_{i,j+1}^x \right],$$

et la limite du premier membre, si elle existe, n'est pas moindre que t.

4. Nous disons que la fonction uniforme $s(x)$ est une fonction *semicontinue,* si à chaque nombre η positif et donné à l'avance, pour chaque x

et pour les x' assez près de x on ait $s(x) - s(x') < \eta$. La fonction semi-continue générale, même dans le cas où ses valeurs sont toutes comprises entre des limites finies, n'est intégrable dans aucun intervalle quoiqu'elle ait des points de continuité et au moins un point de minimum absolu dans chaque intervalle. Étant donnée une constante d, l'ensemble des points x pour lesquels $s(x) \gtreqless d$ est relativement parfait [propriété I de $s_y(x)$]. Posons

$$\sum_{0}^{m-1} \{(y_{j+1} - y_j)^2 + [f(x, y_{j+1}) - f(x, y_j)]^2\}^{\frac{1}{2}} = m(x),$$

$$\sum_{0}^{l-1} \{(x_{i+1} - x_i)^2 + [f(x_{i+1}, y) - f(x_i, y)]^2\}^{\frac{1}{2}} = l(y).$$

On sait que la limite de $m(x)$ pour $m = \infty$, $y_{j+1} - y_j = 0$, est la longueur de la section $x =$ const. de f, et la longueur n'est pas moindre que $m(x)$.

Soient $s_y(x)$ la longueur de la section $x =$ const., $s_x(y)$ celle de la section $y =$ const.; s_y est une fonction semi-continue générale n'ayant aucune condition restrictive sauf $s_y(x) \geqq a$.

Théorèmes. — *Soit δ positif et donné à l'avance. On ne peut trouver que dans le cas où s_y est continue dans l'intervalle total $(0, a)$, m et les y_j tels que l'on ait $s_y(x) - m(x) < \delta$. Soit g le minimum absolu de s_y dans un intervalle (x', x'') et soit g fini. On peut trouver m et les y_j de manière que dans (x', x'') on ait (propriété II de s_y)*

$$g - m(x) < \delta.$$

t et T et la somme des deux intégrales par défaut

$$\int_0^a s_y(x)\,dx, \quad \int_0^a s_x(y)\,dy$$

sont à la fois finies ou infinies.

5. A l'aide des propriétés I et II de s_y on peut démontrer *le lemme principal* pour la démonstration du *théorème* $T = t$.

6. Soient E et F deux points quelconques de f. Dans ce qui suit je me borne à la classe de f pour laquelle il existe un nombre fini positif G, de sorte que la tangente trigonométrique de l'angle aigu formé par la droite EF et par le plan xy est toujours moindre que G. Il est connu qu'en général

une telle surface *n'a pas de plans tangents*. On a

$$s_y(x) < (1 + G^2)^{\frac{1}{2}} a, \qquad s_x(y) < (1 + G^2)^{\frac{1}{2}} a,$$

l'aire est finie (n° 4) et la division du n° 5 suffit comme *précepte* pour inscrire une suite de polyèdres pour démontrer que $T = t$.

Nous remarquons que : 1° $\theta^y_{i,j}$ est plus petite que l'aire d'une ellipse dont le petit axe est égal à $\overline{AB}$ et dont le grand axe est égal à la longueur de $\widehat{AB}$; 2° l'arc $\widehat{AB}$ est moindre que

$$(1 + G^2)^{\frac{1}{2}} (y_{j+1} - y_j);$$

$$3° \quad 0 \leqq \sum_0^{m-1} (\widehat{AB} - AB) = s_y(x_i) - m(x_i) < s_y(x_i), \qquad \widehat{AB} - \overline{AB} \geqq 0.$$

En faisant usage de ces lemmes géométriques et de quelques inégalités arithmétiques, on trouve que, pour la division du n° 5,

$$\lim_{\substack{l=\infty \\ \delta=0}} \sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} (\theta^y_{i,j} + \theta^y_{i+1,j} + \theta^x_{i,j} + \theta^x_{i,j+1}) = 0.$$

En effet, on trouve que la somme dont la limite est en question est du même *ordre* de grandeur que $\delta^{\frac{1}{2}}$.

Donc (voir n° 3)

$$\lim_{\substack{l=\infty \\ \delta=0}} \sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} [a^2_{i,j} + b^2_{i,j} + c^2_{i,j}]^{\frac{1}{2}} = t.$$

On a donc une quadrature à l'aide des *quadrilatères gauches*.

Mais on peut démontrer, et dans l'extrait présent je n'indique pas la démonstration, que si la valeur de l qui correspond à δ va assez rapidement à l'infini

$$\lim \sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} (ABC + ADC) = t.$$

Donc (voir n° 2)

$$T = t.$$

MÉCANIQUE. — *Étude comparative des hélicoptères et des aéroplanes.* Note [1] de MM. **P. Tsoucalas** et **J. Vlahavas**, présentée par M. Maurice Levy.

I. *Inclinaison des plans sustentateurs.* — **1.** Le mouvement horizontal d'un aéroplane donne lieu à une résistance normale K [2],

$$K = f\varepsilon \sin^2\varphi v^2, \tag{19}$$

et un travail

$$T = f\varepsilon \sin\varphi v^3. \tag{20}$$

La force ascensionnelle, composante verticale de K, est

$$Z = f\varepsilon \sin^2\varphi \cos\varphi v^2, \tag{21}$$

ou plutôt

$$Z^3 = f\varepsilon \sin^4\varphi \cos^3\varphi T^2 \tag{22}$$

pour une surface ε et une dépense de travail données, le maximum de Z correspond à $\varphi = 49°6'24''$ et a la valeur

$$Z_m = 0,4508\ldots \sqrt[3]{f\varepsilon T^2}. \tag{23}$$

C'est le cas d'un aéroplane remorqué.

2. Le rendement d'une hélice à axe horizontal n'est pas indépendant de l'angle φ, puisque cet angle modifie la surface résistante, ε étant constant. La formule (21) s'écrit

$$Z^3 = f\varepsilon \sin^4\varphi \cos^3\varphi \tau^2 T^2, \tag{24}$$

et puisque la formule (12) nous donne

$$\tau = \frac{2\zeta^2 x^2 \sqrt{mxy}}{2\zeta^2 x^2 + (x + \sqrt{mxy})^2}, \qquad \text{où} \qquad m = \frac{\varepsilon}{s}\sin\varphi,$$

---

(1) Reçue dans la séance du 7 janvier 1907.

(2) Voir *Comptes rendus* du 21 janvier 1907, p. 125.

nous tirons, de l'équation $\frac{d}{d\varphi}Z^3 = 0$,

$$3 \operatorname{tang}^2\varphi = 5 - \frac{\tau}{k\zeta x}, \tag{25}$$

formule qui, pour chaque valeur de m, donne une valeur de φ.

Pour le maximum absolu de Z, il faut en même temps

$$\frac{dZ}{dm} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{d\tau}{dm} = 0,$$

ce qui donne

$$\tau - k\zeta x = 0, \tag{26}$$

équation qui, avec la précédente, donne $\varphi = 49° 6' 24''$, ce qui exige en même temps une valeur de s donnée par la formule $\frac{\varepsilon}{s}\sin\varphi = 0,327$ ou $\frac{\varepsilon}{s} = 0,432$, c'est-à-dire une surface alaire trop grande.

Puisque, en général, la grandeur de la surface alaire de l'hélice est donnée par d'autres considérations, l'équation (25) donne, pour chaque valeur de m, la valeur correspondante de φ.

En tout cas, la variation de φ qui rend Z maximum relatif n'est pas très grande. Dans les limites, pour $m = \infty$ les formules (10) et (12) donnent

$$\tau - 2k\zeta x = 0 \quad \text{et} \quad \varphi = 45°. \tag{27}$$

II. *Comparaison des forces ascensionnelles.* — 3. Pour comparer les deux manières de solution du plus lourd que l'air, nous allons chercher la grandeur des forces ascensionnelles données par une même hélice disposée tantôt verticalement (hélicoptères), tantôt horizontalement (aéroplanes).

Nous avons déjà trouvé (18) pour les hélicoptères

$$Z_m = 0,374\ldots\sqrt[3]{fsT^2}. \tag{28}$$

Pour un aéroplane muni d'une hélice de surface alaire donnée s, la force ascensionnelle est (24) et, puisque $\varepsilon \sin\varphi = ms$,

$$Z^3 = fs \sin^3\varphi \cos^3\varphi\, m\tau^2 T^2. \tag{29}$$

Le maximum absolu, donné par les équations $\frac{\partial}{\partial\varphi}Z^3 = 0$ et $\frac{\partial}{\partial m}Z^3 = 0$,

dont la première donne la formule (25) et la seconde la formule (27), est

(30) $$Z_m = 0,187\ldots\sqrt[3]{fs\mathrm{T}^2}$$

correspondant à $\varphi = 45°$ et $m = \infty$, c'est-à-dire à une surface sustentatrice infinie.

4. La comparaison des formules (28) et (30) montre clairement que la force ascensionnelle de l'aéroplane est la moitié de celle de l'hélicoptère pour la même dépense et la même hélice.

En plus, l'hélicoptère n'a pas besoin de plans sustentateurs, poids nuisible et compromettant la stabilité.

En comparant les travaux nécessaires dans les deux cas pour produire la même force ascensionnelle, nous trouvons

(31) $$\mathrm{T}_{\text{hélicoptère}} = 0,353\ldots\mathrm{T}_{\text{aéroplane}}$$

dans le cas le plus favorable pour l'aéroplane, mais pratiquement inaccessible.

Par exemple, avec les données $\varepsilon = 70^{m^2}$, $\varphi = 10°$, $s = 1^{m^2}$ de quelques expériences des plus récentes, on trouve

(32) $$\mathrm{T}_{\text{hél.}} = 0,026\ldots\mathrm{T}_{\text{aér.}}.$$

Puisque nous pouvons toujours admettre que la résistance du bâti est dans tous les cas moindre que le $\frac{1}{10}$ de la résistance totale de l'aéroplane, la vitesse de translation de l'hélicoptère peut être acquise avec une dépense supplémentaire

(33) $$\frac{1}{10\sqrt{10}}\mathrm{T}_{\text{aér.}} \quad \text{ou mieux} \quad 0,031\ldots\mathrm{T}_{\text{aér.}}.$$

Donc, la dépense totale pour obtenir avec un hélicoptère la même force ascensionnelle et la même translation qu'avec un aéroplane ne serait, dans le cas de l'exemple, que

(34) $$\mathrm{T}_{t_{\text{hél.}}} = 0,057\ldots\mathrm{T}_{\text{aér.}},$$

c'est-à-dire pas même 6 pour 100. Différence énorme.

OPTIQUE. — *Sur la réfraction dans les gaz composés.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Lippmann.

1. On entend par réfraction R l'indice N diminué de l'unité.

Si l'on appelle *réfraction atomique* le quotient de la réfraction d'un corps simple par son atomicité, on peut formuler la règle suivante :

La réfraction d'un gaz composé est la somme des réfractions des atomes qui entrent dans la molécule.

Soient a_1, a_2, a_3, ... les nombres d'atomes constituants de la molécule, et r_1, r_2, r_3, ... leurs valeurs réfractives correspondantes, on aura

$$R = a_1 r_1 + a_2 r_2 + a_3 r_3 + \ldots = \Sigma ar.$$

Exprimons ces valeurs en les multipliant par 10^6, nous trouverons, par exemple :

		Valeurs	
		calculées.	observées.
HCl........	$\frac{139}{2} + \frac{768}{2}$........	453,5	447
NO.........	$\frac{300}{2} + \frac{271}{2}$........	285,5	297
NH^3........	$\frac{300}{2} + \frac{139 \times 3}{2}$....	358,5	371 (Lorentz)
H^2O........	$139 + \frac{271}{2}$........	274	257 [Mascart [1]]

Au premier abord la concordance ne paraît pas rigoureuse. Mais il faut se rappeler que :

1° Les mesures pour les indices ont été effectuées, selon les auteurs, en employant des raies différentes, celles de M. Mascart offrant, cependant, plus d'homogénéité;

2° Les gaz non parfaits, ou capables de se polymériser, présentent, comme indices, des valeurs illusoires. Alors la molécule chimique se trouve mal définie, ainsi qu'il arrive au peroxyde d'azote gazeux. De plus la condensation des vapeurs, si faible soit-elle, enlève toute précision aux mesures et accroît l'indice. Tel serait, par exemple, le cas du brome, dont la réfraction 1127 est certainement trop forte. Aussi trouve-t-on, par le calcul, 632 pour HBr et 570 par l'observation.

---

[1] Jamin avait trouvé 261 [*Ann. de Chim. et de Phys.* (3e série), t. LII, p. 171].

3° Enfin les écarts entre l'expérience et la formule sont inférieurs à ceux que présentent les nombres donnés par les auteurs. Notons par exemple les valeurs 1476 (Mascart), 1480 (Dulong) et 1497 (Lorentz) du sulfure de carbone gazeux; 702 (Mascart), 685 (Ketteler) et 662 (Dulong) du SO^2, 784 (Ketteler), 820 (Mascart) et 846 (Chappuis) du cyanogène.

Il ressort de ces diverses causes d'incertitude que les deux premières décimales significatives de l'indice sont seules acceptables et, dans certains cas, uniquement la première.

De la formule $R = \Sigma ar$ il résulte aussi que la molécule agit sur la lumière par l'ensemble de ses atomes, et qu'elle jouit, dans le phénomène de la réfraction, de l'indépendance que lui accordent la théorie cinétique des gaz et l'étude des constantes diélectriques.

2. En appliquant la loi ci-dessus, on trouverait par différence la valeur réfractive de tel ou tel élément gazeux.

Ainsi $CO^2 = 447$ et $O^2 = 271$. Donc $C = 447 - 271 = 186$. Portant la valeur de C dans CH^4, nous aurons

$$CH^4 = 186 + 139 \times 2 = 464 \qquad \text{(au lieu de 441)}.$$

De $SO^2 = 686$ (Ketteler) nous tirons $S = 686 - 271 = 415$.

Or, en opérant sur de la vapeur de soufre, capable d'une si grande polymérisation, Le Roux trouve $r = 1629$. On voit qu'il opéra sur des molécules tétratomiques $\frac{1629}{415} = 4$ environ.

A une température supérieure à celle du rouge, il eût obtenu un nombre inférieur, correspondant à un degré moindre de polymérisation.

Réciproquement, la connaissance de la réfraction d'un corps polymérisé, tel que l'ozone, permettra de vérifier sa composition. Pour l'ozone, on devrait trouver un indice $N = 1 + (271 \times \frac{3}{2})\, 10^{-6} = 1{,}000406$.

Mais l'expérience n'a pas été faite, autant que nous sachions.

Les recherches de Landolt, Brühl et Schröder, sur les réfractions des liquides, permettent de tirer d'autres conséquences de la formule précédente. Signalons enfin, pour mémoire, la formule empirique de M. Joubin, qui s'interprète ainsi : La réfraction d'un corps est proportionnelle à la racine carrée du poids moyen des atomes qui constituent la molécule (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1061).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes de résonance dans le cas des transformateurs à circuit magnétique ouvert et leur utilité dans la production de fortes étincelles électriques.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. Tissot**, présentée par M. Lippmann.

On sait que, lorsqu'un circuit pourvu de capacité et de self-induction est parcouru par un courant alternatif, il se produit des effets de résonance quand $LC\omega^2 = 1$. Généralement, on tâche d'éviter ce régime de résonance à cause de ses effets désastreux de surtension sur l'isolement des circuits et appareils mis en jeu. Mais il y a certains cas dans lesquels il y a grand avantage à établir la résonance et l'un de ces cas se présente dans la production des étincelles électriques à l'aide des courants alternatifs. Quoique beaucoup de physiciens se soient servis de transformateurs à courant alternatif pour la production des étincelles électriques, il nous semble qu'aucun n'a insisté suffisamment sur l'avantage du régime résonant. Nous croyons donc utile de signaler les quelques observations que nous avons eu l'occasion de faire à l'aide d'un transformateur à circuit magnétique ouvert, analogue à celui construit par Rowland en 1887 et employé aussi par MM. Crew et Baker (1), Exner et Haschek (2) et Eder et Valenta (3) dans leurs recherches spectroscopiques.

L'appareil que l'un de nous a construit au laboratoire des recherches physiques à la Sorbonne consiste en trois parties démontables : le primaire, enroulé sur un tube de carton renfermant un noyau en fil de fer, et deux bobines indépendantes enroulées sur des galettes de bois, constituant le secondaire; ces deux bobines sont glissées sur le primaire et leurs enroulements réunis à la couche intérieure. Ainsi l'isolement entre le primaire et le secondaire peut être très faible, même nul. Le rapport de transformation est de 180. Le secondaire est relié aux armatures d'un condensateur à plaques, à capacité variable (capacité de chaque plaque : 0,00115 microfarad). Une bobine de self à self-induction variable est insérée dans le circuit du primaire. L'introduction de cette bobine de self est indispensable pour obtenir des étincelles bien disruptives et sans superposition d'un arc comme l'a montré M. d'Arsonval (4). Mais elle a encore une autre importance car elle permet de faire varier le nombre d'étincelles par seconde

---

(1) Crew and Baker, *Astroph. Journ.*, t. XVI, 1902, p. 61.

(2) Exner und Haschek, *Berichte Akad. Wiss. Wien*, t. CIV, 1895.

(3) Eder und Valenta, *Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, t. LXIII, 1896.

(4) D'Arsonval, *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 18, et t. CXXX, 1900, p. 1049.

sans modifier aucunement les conditions de résonance; ainsi avec une période de 42 dans le primaire, on peut, pour une longueur d'étincelle donnée, réduire le nombre des décharges du condensateur jusqu'à une et même moins par seconde, en augmentant la self-induction.

Les étincelles ainsi produites sont aussi disruptives que celles obtenues par une machine statique. Cette action de la bobine de self se manifeste presque uniquement pendant le régime de résonance.

Avec une plaque du condensateur, notre transformateur donne une étincelle longue de 3^{mm} entre boules de cuivre de 2^{cm} de diamètre, ce qui correspond à 11400 volts. En augmentant la capacité, la longueur de l'étincelle augmente et le régime de resonance s'établit avec 10 plaques, donnant une étincelle de 13^{mm}, c'est-à-dire 37300 volts; le courant dans le primaire est de 22 ampères sous 110 volts. Nous aurions pu pousser le potentiel plus loin, mais nous craignions d'endommager le condensateur.

Lorsqu'on fait éclater la décharge de 10 plaques condensatrices entre des électrodes de forme conique de 5^{mm} à 8^{mm} de diamètre, forme et grandeur employées généralement en spectroscopie, on obtient des étincelles condensées très nourries de plus de 4^{cm} de longueur; et comme dans la plupart des cas on n'a besoin que d'étincelles de 10^{mm} de long environ, il suffit de fournir un très faible courant au primaire.

Le débit dans le secondaire était de 0,23 ampère avec 20 ampères dans le primaire pour le régime de résonance; hors de ce régime, le débit est faible; ainsi, avec 4 plaques condensatrices nous obtenions 0,12 ampère dans le secondaire avec 16 ampères dans le primaire.

Pour faire varier la capacité en maintenant un régime de résonance, on peut, comme l'indique la théorie, faire varier la self-induction du secondaire ou la fréquence du courant dans le primaire. Nous avons vérifié expérimentalement le premier point; en intercalant entre le secondaire de notre transformateur et le condensateur le secondaire d'une bobine de Rochefort, le régime de résonance (étincelle longue) fut rétabli en réduisant la capacité à une seule plaque condensatrice.

Un transformateur du type que nous venons de décrire paraît susceptible de rendre des services réels non seulement à la spectroscopie, mais aussi à la télégraphie sans fil, où la résonance des différents circuits est de première importance (¹). Dans cet appareil à circuit magnétique ouvert et à fer non saturé, l'établissement de la résonance ne dépend pratique-

---

(¹) Voir Fleming, *Electric wave Telegraphy*, London, 1906.

ment que de la valeur de la self-induction du secondaire. Il devient alors extrêmement facile d'établir *a priori* un appareil satisfaisant à des conditions d'accord données.

Pour pouvoir tirer tout l'avantage d'un tel appareil en spectroscopie, où il est souvent nécessaire de faire varier la capacité, il suffirait de choisir la self-induction du secondaire telle que la résonance s'établirait avec une certaine capacité maximum, et d'avoir une self-induction variable ou une série de bobines de self, que l'on intercalerait au fur et à mesure qu'on diminue la capacité.

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches expérimentales sur les diélectriques solides.* Note de M. **Louis Malclès**, présentée par M. Poincaré.

Le phénomène de la charge et de la décharge lentes des condensateurs était considéré jusqu'ici comme se manifestant à des degrés divers pour tous les diélectriques solides. On verra, par ce qui suit, que la paraffine anglaise du commerce, fusible vers 72°, présente une stabilité diélectrique parfaite, c'est-à-dire n'indique ni surcharge ni résidu, et que cette propriété peut être très utilement appliquée à l'étude des diélectriques ordinaires.

Le disque de paraffine est interposé entre les plateaux AB, *ab* d'un condensateur plan. L'armature *ab*, munie d'un anneau de garde *pq*, est reliée à l'une des paires de quadrants d'un électromètre Curie. L'armature AB est chargée au potentiel $+V$ d'une batterie d'accumulateurs fermée sur une forte résistance dont le milieu est au sol. L'effet sur l'électromètre est compensé par un condensateur cylindrique à capacité variable C_c dont l'une des armatures C, chargée à $-V$, peut se déplacer de quantités connues dans la direction de l'axe. Un double contact permet de charger ou de décharger, *au même instant,* les deux condensateurs.

Si les deux capacités ne subissent, au cours du temps, aucune variation, on peut régler leur équilibre de manière que la charge ou la décharge instantanée des deux condensateurs en opposition ne produise aucun effet sur l'électromètre. Nous avons effectué ce réglage avec l'air, puis avec la paraffine. Cette substance était d'abord interposée entre les armatures du condensateur de manière à adhérer parfaitement aux surfaces AB, *ab*. Ensuite nous l'avons légèrement creusée sur les deux faces afin de supprimer le contact avec les plateaux, tout au moins dans la région du champ sensible à l'électromètre. Nous avons opéré jusqu'à 6000^{volts}, l'épaisseur du diélectrique étant de 20^{mm}. Dans tous les cas l'équilibre a pu être réa-

lisé d'une manière rigoureuse et maintenu ensuite indéfiniment. On peut en conclure que la paraffine se comporte, dans les conditions indiquées, comme un diélectrique parfait.

Ce fait nous a suggéré l'idée d'étudier les autres diélectriques au sein de la paraffine. Nous avons éliminé ainsi les causes perturbatrices très complexes que l'on rencontre lorsqu'une couche d'air sépare un diélectrique quelconque des plateaux du condensateur. Nos observations ont porté sur l'ébonite, le verre, le mica. Sur la figure 1, on voit le diélectrique *mn* noyé dans de la paraffine et soumis à l'action du champ.

Soit à mesurer l'effet de la charge lente. Les armatures AB, *ab* étant d'abord au potentiel o, on porte AB au potentiel + V, puis l'on isole aussitôt après le secteur de l'électromètre relié à *ab*. S'il y a charge lente, l'image se déplace. On note les dévia-

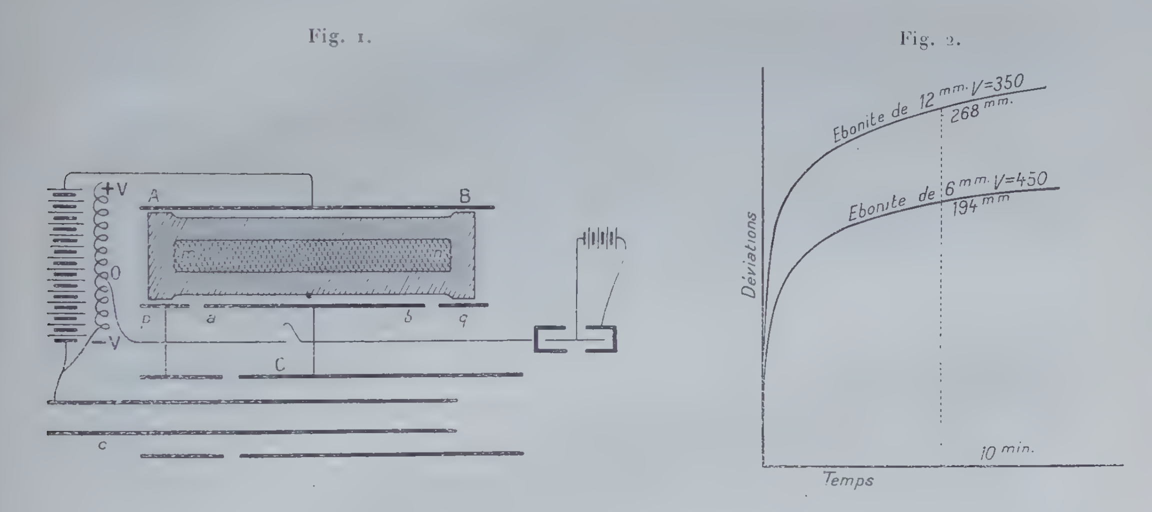


Fig. 1.

Fig. 2.

tions de minute en minute. Après un temps *t*, 1 heure au maximum, on ramène au potentiel o d'abord *ab*, puis AB, et l'on isole à nouveau l'électromètre. Les déviations observées donnent, dans ce cas, les valeurs de la décharge lente. Quand l'image sort de l'échelle, on a recours à la capacité variable pour compenser et mesurer de minute en minute les effets de la surcharge et du résidu.

Les courbes ci-dessus (*fig.* 2) donnent l'allure du phénomène pour deux disques d'ébonite de 12^{mm} et de 6^{mm} d'épaisseur. Ces courbes, construites en portant en abscisses les minutes et en ordonnées les déviations de l'électromètre, se rapportent aussi bien à la charge qu'à la décharge lentes. La lecture 268^{mm} (*fig.* 2), faite après 10 minutes de surcharge avec l'ébonite de 12^{mm} et pour $V = 350$, indique un accroissement de capacité égal

à $\frac{1}{15}$ de la capacité totale du condensateur plan. D'après les courbes, on voit que les déviations, extrêmement rapides au début, s'amortissent très vite. Après un temps très long, ces déviations, quoique très faibles, sont encore appréciables. Enfin, les valeurs de la charge et de la décharge lentes, au temps t, sont proportionnelles aux voltages.

Ainsi, avec un diélectrique solide, tel que le verre, l'ébonite, le mica, n'adhérant pas aux armatures d'un condensateur et à l'abri, par conséquent, des effets de pénétration et de conductibilité, on observe encore une surcharge et un résidu. Nous pensons que les variations de la capacité, observées dans ce cas, peuvent s'expliquer par l'existence de charges des deux signes à l'intérieur du diélectrique et une mobilité particulière de ces charges sous l'action du champ.

PHYSIQUE. — *Essai d'une théorie de la phosphorescence et de la fluorescence.* Note de M. J. de Kowalski, présentée par M. E.-H. Amagat.

Les idées de J.-J. Thomson, sur la production de la lumière sous l'influence des décharges électriques, nous ont amené à esquisser la théorie suivante sur la phosphorescence et la fluorescence; théorie qui permet de coordonner les deux phénomènes en leur donnant une cause commune.

M. J.-J. Thomson suppose qu'un groupement corpusculaire faisant partie d'un atome produit de la lumière, au moment où son énergie interne dépasse une certaine valeur minimum d'énergie, valeur qu'il appelle *énergie critique*.

Cette valeur peut être atteinte soit par élévation de la température du milieu (moyen peu économique), soit par l'introduction dans le sein du système corpusculaire de nouveaux électrons.

En appliquant cette manière de voir à la phosphorescence nous admettons que chaque corps phosphorescent est composé de deux genres distincts de système corpusculaire, que nous appelons *systèmes électronogène et luminophore*.

Un système électronogène a la propriété d'expulser, sous l'influence d'une énergie extérieure (par exemple la lumière), des électrons. La production des rayons secondaires dans les corps serait due à la présence de groupements électronogènes.

Les expériences de MM. Lenard, Elster et Geitel, Sir William Ramsay, Dr Spencer, Sagnac et autres démontrent que la quantité des électrons

émis sous l'action de la lumière varie beaucoup selon les différents corps et selon la qualité de la lumière employée. La vitesse des électrons expulsés varie aussi. Nous sommes donc forcés d'admettre que les systèmes corpusculaires sont électronogènes à un degré très différent.

Un système luminophore est un système corpusculaire dont l'énergie intérieure est très proche de l'énergie critique. Il suffit donc qu'il absorbe une quantité d'électrons relativement petite, pour qu'il devienne lumineux. Il pourra, dans certains cas, absorber une quantité d'électrons telle que son énergie intérieure dépasse, même notablement, la valeur critique de J.-J. Thomson. Il est certain que le luminophore n'absorbera les électrons qui le traversent, qu'à condition que leur vitesse soit en un certain rapport avec son énergie et sa structure. Chaque luminophore peut être aussi électronogène à un certain degré.

Chaque atome peut renfermer un ou plusieurs luminophores, mais chaque luminophore ne produit qu'une lumière ayant un spectre déterminé.

Le mécanisme de la phosphorescence et de la fluorescence s'explique dans cette hypothèse de la manière suivante : la lumière produit en grande quantité l'expulsion des électrons dans les systèmes fortement électronogènes. Ces derniers étant intimement liés avec les luminophores, les rayons secondaires peuvent y pénétrer, pourvu que leur vitesse soit appropriée. La valeur critique de l'énergie intérieure du luminophore sera bientôt dépassée, et il produira de la lumière.

Dans le cas des corps fluorescents, ces électrons ne seront pas absorbés d'une façon durable : c'est au moment où ils traversent le luminophore que celui-ci devient lumineux. Dans le cas des corps phosphorescents, l'absorption des électrons par le luminophore se produit, et celui-ci restera lumineux jusqu'à ce qu'il ait expulsé une quantité suffisante d'électrons et rayonné assez d'énergie pour arriver à une valeur de l'énergie intérieure en dessous de la valeur critique.

Le principe fondamental de ma théorie, voire la coexistence des deux genres de systèmes corpusculaires dans les corps phosphorescents et fluorescents, est confirmé par les faits expérimentaux.

Pour la phosphorescence, ce sont les travaux de MM. Lenard et Klatt, Urbain, de Visser, Waentig, qui démontrent que, pour que la phosphorescence ait lieu, il faut mettre en présence et contact deux corps différents qu'ils nomment *dissolvant* et *métal actif*. C'est le métal actif qui joue le rôle de luminophore ; comme les sulfures employés comme dissol-

vants possèdent une très grande faculté de produire des rayons secondaires sous l'influence de la lumière, il est très probable que ce sont eux qui contiennent des systèmes électronogènes.

Pour les corps fluorescents, les travaux de M. Kauffman sur la constitution des corps organiques fluorescents confirment également ma manière de voir.

Notre théorie nous permet de trouver une relation, confirmée pleinement par l'expérience, entre l'intensité de la phosphorescence et le temps.

Le développement mathématique, que je ne reproduirai pas ici, conduit, comme première approximation, à la formule suivante pour l'intensité de la phosphorescence :

$$I = A_e^{-\alpha t} - B,$$

où les constantes A, α, B sont des fonctions de la température.

Cette formule correspond aussi, à la signification des constantes près, à la formule de M. H. Becquerel.

Le spectre d'extinction découvert par E. Becquerel et étudié par M. H. Becquerel s'expliquerait, d'après notre théorie, par les considérations suivantes : Des expériences sur l'ionisation produite par des corps exposés à la lumière nous ont appris qu'il existe des régions du spectre qui possèdent la propriété d'exciter des rayons secondaires à un degré plus élevé que d'autres régions.

Si donc le luminophore du corps phosphorescent augmente les propriétés électrogéniques dans les régions ultra-rouges du spectre, l'excitation du corps phosphorescent par le spectre accélérera l'émission des électrons du luminophore. Ainsi son énergie descendra vite au-dessous de l'énergie critique.

D'après notre théorie, la phosphorescence produite par des rayons cathodiques, découverte par Sir William Crookes et étudiée récemment par M. Urbain, serait un phénomène assez complexe. Elle est due en partie aux électrons provenant directement des rayons cathodiques et traversant le luminophore ainsi qu'à ceux qui sont émis par les rayons secondaires. Un raisonnement analogue à celui que M. J.-J. Thomson a donné pour l'explication des deux spectres de l'argon nous permet également d'expliquer certaines particularités des expériences de M. Urbain, notamment les différences de spectres phosphorescents de l'europium dilué soit dans la chaux, soit dans la gadoline.

Il est aussi facile de voir qu'en général un atome qui peut contenir

quelques luminophores distincts peut présenter des spectres différents dans un même diluant.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les poids moléculaires de divers gaz calculés par la methode des densités limites.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

La méthode des densités-limites permet de déterminer le poids moléculaire d'un gaz d'après deux données (densité et compressibilité) relatives à ce gaz au voisinage de la pression atmosphérique (en y joignant les données analogues pour l'oxygène qui est pris comme terme de comparaison). Les valeurs expérimentales encore peu nombreuses il y a quelques années se sont multipliées en raison de l'importance chimique du problème depuis que j'ai fait connaître en 1898 cette méthode. Les données des trois séries principales sont résumées ci-après.

Densités. — Le Tableau suivant donne les densités normales (0°, 760mm) par rapport à l'oxygène qui sont celles qui interviennent dans le calcul :

	H^2.	Az^2.	CO.	CO^2.	Az^2O.	HCl.	AzH^3.	SO^2.
Leduc	0,62865	0,87508	0,87495	1,38324	1,38450	1,14836	0,54025	2,04835
Rayleigh	»	0,87507	0,87498	1,38335	1,38390	»	»	»
Guye, Jaquerod, Pintza	»	»	»	1,38315	1,38357	1,14735	0,53932	2,04772

On peut ajouter les valeurs $d = 0,62892$ pour H^2 (Morley), $d = 0,93783$ (Gray), ou $d = 0,93773$ (Guye et Davila) pour AzO et $d = 0,53941$ pour AzH^3 (Perman et Davies).

L'accord est moins bon pour les gaz facilement liquéfiables que pour les gaz permanents; les nombres des derniers observateurs sont un peu plus faibles que ceux des deux premiers. Ces nombres (et, par suite, les poids moléculaires que l'on en déduit) seraient relevés de $\frac{1}{7000}$ environ, si l'on remplaçait la valeur 1,4292 trouvée par MM. Guye et Pintza pour le poids spécifique de l'oxygène, par la valeur 1,4290 indiquée par M. Morley.

Compressibilités. — L'écart à la loi de Mariotte se traduit par la variation du produit pv qui peut être regardé en première approximation comme une fonction linéaire soit de la densité, soit de la pression en posant

(1) $$pv = 1 - \varepsilon : v$$

ou

(2) $$pv = 1 - \alpha p,$$

ε et α étant des constantes petites par rapport à l'unité. On regarde, en général, les formules (1) et (2) comme équivalentes pour les applications. Il n'en est rien. Regnault avait déjà montré et les expériences de M. Chappuis sur CO^2 ont confirmé que la formule (1) donne des résultats exacts jusque sous une pression de plusieurs atmosphères, tandis que la formule (2) est déjà en défaut pour des pressions comprises entre $0^{atm},5$ et 1^{atm}. On arrive à la même conclusion par voie théorique : l'équation de Van der Waals appliquée entre 0^{atm} et 2^{atm} à des gaz tels que CO^2 ou SO^2 indique une variation de pv fortement parabolique avec la pression, mais à peu près rigoureusement linéaire avec la densité. L'équation (1), dont la constante ε est égale à la différence $a-b$ des constantes de l'équation de Van der Waals, peut donc remplacer celle-ci dans les applications présentes (*cf.* la discussion de ce point, p. 33 et suivantes dans mon Mémoire, *Sur les thermomètres à gaz*). En posant :

$$A_p^{p'} = \left(1 - \frac{p'v'}{pv}\right) : (p' - p)$$

on en tire, pour les coefficients d'écart à la loi de Mariotte entre 0^{atm}, $0^{atm},5$, 1^{atm} et 2^{atm} :

$$A_0^1 = \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}, \qquad A_{0,5}^1 = \frac{\varepsilon}{1-2\varepsilon}, \qquad A_1^{0,5} = \frac{\varepsilon}{1-2,5\varepsilon}, \qquad A_2^1 = \frac{\varepsilon}{(1-2\varepsilon)(1-3\varepsilon)}.$$

On peut déduire des nombres expérimentaux $A_{0,5}^1$, $A_1^{0,5}$ ou A_2^1 la valeur de ε et la porter dans A_0^1, ou plus simplement (ce qui revient à négliger les termes en ε^3) se contenter de poser :

$$A_0^1 = \frac{A_{0,5}^1}{1 + A_{0,5}^1}, \qquad A_0^1 = \frac{A_1^{0,5}}{1 + 1,5A_1^{0,5}}, \qquad A_0^1 = \frac{A_2^1}{1 + 4A_2^1}.$$

L'écart entre A_0^1 et A_2^1 est environ $5\varepsilon^2$; l'écart entre A_0^1 et $A_{0,5}^1$, égal environ à ε^2, bien que plus petit, n'est pas négligeable pour les gaz très compressibles.

C'est pour avoir confondu à tort A_0^1 avec $A_{0,5}^1$ que M. Guye a trouvé par la formule des densités limites [1] des poids moléculaires trop faibles pour AzH^3 et SO^2. Voici les

---

[1] De la valeur $A_2^1 = 0,02599$ trouvée pour SO^2 on tire $\varepsilon = 0,02307$; d'où

$$pv = 1 - 0,02307 : v,$$

qui donne des valeurs identiques à celles de la formule

$$(p + 0,0284 : v^2)(v - 0,00535) = 1$$

contenue dans mon Mémoire de 1899 au *Journal de Physique*. Entre les pressions $0^{atm},263$, $0^{atm},526$, $1^{atm},052$ (soit 20^{cm}, 40^{cm} et 80^{cm} de mercure) on trouve

$$A_{0,263}^{0,526} = 0,02363, \qquad A_{0,526}^{1,052} = 0,02418,$$

en bon accord avec les valeurs expérimentales

$$A_{0,263}^{0,526} = 0,02360, \qquad A_{0,526}^{1,052} = 0,02386$$

indiquées par MM. Jaquerod et Scheuer (*Comptes rendus*, 22 mai 1905). La variation de $A_p^{p'}$ avec la pression n'avait donc pas échappé à ces habiles observateurs.

nombres observées par MM. Leduc et Sacerdote, Rayleigh, Chappuis, Jaquerod et Scheuer :

		H^2.	Az^2.	CO.	O^2.	Az O.	CO^2.	Az^2O.	H Cl.	AzH^3.	SO^2.
L. et S.	$10^5 A_2^1$....	—64	+38	46	76	106	692	783	813	1557	2599
	$10^5 A_0^1$....	—64	+38	46	76	106	674	759	787	1470	2361
R.	$10^5 A_1^{0,5}$..	—53	+56	81	94	»	668	747	»	»	»
	$10^5 A_0^1$....	—53	+56	81	94	»	661	739	»	»	»
C.	$10^5 A_2^1$....	—58	+43	»	»	»	694	»	»	»	»
	$10^5 A_0^1$....	—58	+43	»	»	»	676	»	»	»	»
J. et S.	$10^5 A_{0,5}^1$..	—52	»	»	97	117	»	»	»	1527	2386
	$10^5 A_0^1$....	—52	»	»	97	117	»	»	»	1504	2330

Ces nombres sont assez concordants pour ne laisser dans la plupart des cas qu'une faible incertitude numérique sur le facteur $(1 - A_0^1)$ à employer pour passer de la densité normale du gaz (mesurée sous 1^{atm}) à sa densité limite. Ce facteur représente, comme on sait, le rapport du volume *réel* du gaz à son volume *idéal*, ou, si l'on préfère, le *volume moléculaire* du gaz réel en prenant pour unité celui du gaz parfait.

En employant pour chaque gaz la densité et la compressibilité trouvées par les mêmes observateurs, on trouve pour le poids moléculaire M, calculé par la formule $M = 32d(1 - A_0^1) : (1 - A_0'^1)$ dans laquelle A_0^1 se rapporte au gaz considéré, $A_0'^1$ à l'oxygène :

	H^2.	Az^2.	CO.	CO^2.	Az^2O.	H Cl.	AzH^3.	SO^2.
M(L).........	2,0145	28,013	28,007	43,999	43,999	36,486	17,047	64,050
M(R).........	»	28,016	28,003	44,017	43,999	»	»	»
M(G, J, S, P) .	»	»	»	44,0045	43,925	36,462	17,015	64,064

MM. Guye et Pintza n'ayant pas mesuré les compressibilités de CO^2, de Az^2O et de HCl, j'ai adopté dans la réduction de leurs densités le nombre de M. Chappuis pour CO^2, la moyenne de ceux de lord Rayleigh et de MM. Leduc et Sacerdote pour Az^2O et celui de ces derniers pour HCl.

La densité de H^2 trouvée par M. Morley conduirait à 2,0154; et la densité de AzH^3 trouvée par MM. Perman et Davies (en adoptant la moyenne des compressibilités de MM. Leduc et Sacerdote d'une part, Jaquerod et Scheuer de l'autre) donnerait $M = 17,021$ et, par suite, $Az = 13,998$. Le nombre de M. Gray sur AzO donne $M = 30,003$ et celui de MM. Guye et Davila, $M = 30,001$.

La concordance des valeurs ci-dessus peut être regardée comme satisfaisante, sauf pour Az^2O, où le troisième nombre du Tableau est évidemment trop faible, et pour AzH^3, où le premier nombre paraît un peu fort, le second un peu faible. On en déduirait que le poids atomique du chlore

est compris entre 35,454 et 35,478 et celui du soufre entre 32,050 et 32,064, ce qui est bien d'accord avec les résultats des analyses chimiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther-oxyde éthylique de l'alcool αα-dichlorisopropylique et sur l'aldéhyde dibromacétique*. Note de M. P. **Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

La publication récente d'un travail sur l'aldéhyde dichloracétique et sur l'alcool αα-dichlorisopropylique m'oblige à décrire quelques expériences du même ordre que j'ai effectuées dans le but d'obtenir l'aldéhyde lactique. M. Wohl [1] manifestant, d'autre part, l'intention de s'occuper de l'aldéhyde dichloracétique, je désirerais me réserver pour quelque temps encore l'étude de l'aldéhyde dibromée, étude qui a été entreprise il y a déjà deux ans [2].

J'ai cherché d'abord à condenser l'aldéhyde dibromacétique avec l'iodure de méthylmagnésium, de façon à obtenir l'*alcool αα-dibromisopropylique*. On isole dans ces conditions un produit liquide, plus dense que l'eau, qui constitue certainement l'alcool cherché; toutefois ce dernier est beaucoup moins stable que l'alcool dichloré de M. Wohl et il se décompose partiellement à la distillation, de sorte que je n'en ai pas poursuivi l'étude.

J'ai étudié, d'autre part, l'*éther-oxyde éthylique de l'alcool αα-dichlorisopropylique* $CH^3.CH(OC^2H^5).Cl^2$, qui se forme comme produit accessoire dans la préparation de l'acétal trichlorobutyrique [3]. Cet éther est liquide et bout sans décomposition à 145°-146° sous la pression normale.

J'ai tenté vainement de le transformer en aldéhyde éthyllactique en le chauffant en vase clos, à 180°-200°, avec de l'oxyde de plomb et de l'eau. Dans ces conditions, en effet, on n'obtient que du chlorure d'éthyle (ou de l'alcool) et du propionate de plomb

$$2CH^3.CH(OC^2H^5).CHCl^2 + 2PbO = (CH^3.CH^2.CO^2)^2Pb + PbCl^2 + 2C^2H^5Cl.$$

L'acide propionique prend vraisemblablement naissance par transposition interne de l'oxyde $CH^3.CH{-}CHOH$ (pont O entre les deux CH), préalablement formé. En tous cas le sens de la réaction est en contradiction avec les théories de M. Nef sur la dissociation éthylidénique,

---

[1] Wohl, *Berichte der d. chem. Ges.*, t. XL, p. 212.
[2] *Comptes rendus*, t. CXL, p. 794.
[3] *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 682.

et il semble résulter de ce qui précède que l'aldéhyde lactique ne pourra pas être préparée à partir d'un dérivé propylique αα-dichloro-β-hydroxylé.

J'ai entrepris, d'autre part, l'étude de l'aldéhyde dibromacétique dont j'ai amélioré le procédé de préparation ([1]); je me bornerai à signaler l'action de la phénylhydrazine et celle de la semicarbazide qui conduisent aux dérivés correspondants du glyoxal. Je m'occupe actuellement de l'action des alcalis sur cette aldéhyde et j'étudie en même temps la préparation et les propriétés de l'acétal dibromé, à l'aide duquel j'espère effectuer quelques synthèses intéressantes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions de l'amidure de sodium.* Note de MM. **Louis Meunier** et **E. Desparmet**, présentée par M. H. Moissan.

L'emploi de l'amidure de sodium en chimie organique a déjà donné lieu à un assez grand nombre de travaux que nous nous sommes proposé de compléter en étudiant :

1° L'action de l'amidure de sodium sur quelques dérivés polyhalogénés des carbures;

2° L'emploi de l'amidure de sodium comme substitut de l'éthylate pour l'obtention de dérivés sodés;

3° L'action de l'amidure de sodium sur les aldéhydes.

Action de l'amidure de sodium sur les dérivés polyhalogénés des carbures. — *a.* En étudiant l'action du bibromure d'éthylène sur l'amidure de sodium, nous avons constaté que la réaction s'orientait dans un sens inattendu et conduisait à l'obtention d'*acétylène*, conformément à l'équation

$$CH^2Br - CH^2Br + 2AzH^2Na = CH \equiv CH + 2NaBr + 2AzH^3;$$

autrement dit, chaque molécule d'amidure élimine HBr, de la même manière que la potasse alcoolique dans la préparation des carbures acétyléniques.

Pour réaliser cette réaction, il suffit de faire tomber le bibromure d'éthylène sur l'amidure de sodium pulvérisé contenu dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux; à la température du bain-marie, la réaction s'amorce et il se dégage régulièrement un mélange d'ammoniac et d'acétylène faciles à séparer et à caractériser.

b. Si l'on fait réagir le chloroforme sur l'amidure de sodium pulvérisé, la réaction ne s'amorce que difficilement, mais elle devient alors explosive. On peut arriver à l'effectuer normalement en faisant tomber l'amidure en poudre, par petites portions, dans le chloroforme en excès. En chauffant légèrement, il se dégage de l'ammoniaque et il

---

([1]) Pinner, *Ann. Chem.*, t. CLXXIX, p. 67.

se précipite un mélange de chlorure et de *cyanure de sodium*

$$CHCl^3 + 4AzH^2Na = CAzNa + 3NaCl + 3AzH^3;$$

cette équation peut être décomposée de la manière suivante :

$$AzH^2Na + CHCl^3 + 3AzH^2Na = CAzNa + 3NaCl + 3AzH^3,$$

et, sous cette forme, elle devient identique à celle qui intervient dans la préparation des carbylamines

$$AzH^2R + CHCl^3 + 3KOH = CAzR + 3KCl + 3H^2O.$$

D'ailleurs, si l'on chauffe du chloroforme dilué dans le benzène anhydre avec 1^{mol} d'aniline et 3^{mol} d'amidure, il y a formation de carbylamine, conformément à l'équation

$$C^6H^5-AzH^2 + CHCl^3 + 3AzH^2Na = 3NaCl + 3AzH^3 + C^6H^5-AzC.$$

En résumé, dans ces réactions, comme dans celle du bibromure d'éthylène, chaque molécule d'amidure enlève une molécule d'acide bromhydrique, comme le ferait la potasse alcoolique.

Le bromoforme agit comme le chloroforme, sa réaction semble même encore plus violente.

Emploi de l'amidure de sodium comme substitut de l'éthylate pour l'obtention de dérivés sodés. — L'amidure de sodium avait déjà été employé par Alexeieff [1] et Titherley [2] pour l'obtention des dérivés sodés des amides et par Haller [3] pour l'obtention du dérivé sodé de la méthylcyclohexanone; d'autre part, Claisen et Feyerabend [4] avaient montré qu'il pouvait être employé avantageusement comme agent de condensation à la place de l'éthylate. Nous avons employé avec succès ce corps :

1° Pour l'obtention des dérivés sodés des amines primaires et secondaires. C'est ainsi, par exemple, que l'aniline et la diphénylamine en solution éthérée réagissent avec la plus grande facilité sur l'amidure de sodium en se transformant en dérivés sodés.

Nous avons appliqué cette réaction pour préparer dans de très bonnes conditions la diphénylbenzylamine $\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5-CH^2 \end{matrix}\Big\rangle Az$; il suffit, pour cela, de faire tomber goutte à goutte une molécule de diphénylamine en solution éthérée sur un léger excès d'amidure de sodium recouvert d'une solution éthérée de chlorure de benzyle, il se produit une réaction très intense et il se dégage de l'ammoniaque. Lorsque la réaction est terminée, il se produit une cristallisation abondante de diphénylbenzylamine fusible à 85°-86°, facile à séparer du chlorure de sodium par cristallisation dans l'alcool.

---

(1) *Journ. Soc. Phys. Chim. russe*, t. XXXIV, p. 526.

(2) *Proc. chem. Soc.*, t. XVIII, p. 186.

(3) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 127.

(4) *Berichte*, t. XXXVIII, p. 709.

2° Pour l'obtention des dérivés sodés des diazoamidés; c'est ainsi qu'en faisant réagir l'amidure de sodium sur une solution éthérée de diazoamidobenzène, il se produit un dégagement régulier d'ammoniaque et il se sépare le dérivé sodé de formule

$$C^6H^5 - Az = Az - \underset{\displaystyle Na}{\underset{|}{Az}} - C^6H^5$$

3° Pour l'obtention des dérivés sodés du malonate d'éthyle. En faisant réagir une molécule d'amidure de sodium sur une molécule de malonate d'éthyle en solution dans le benzène anhydre, la réaction est immédiate, il se forme à froid une gelée transparente, sans dégagement d'ammoniaque. Il y a probablement formation du dérivé d'addition

$$CH^2\begin{cases} C\begin{cases} OC^2H^5 \\ AzH^2 \\ ONa \end{cases} \\ COOC^2H^5 \end{cases}$$

Si l'on chauffe au bain-marie, il se dégage alors de l'ammoniaque, la masse se fluidifie et il se forme le dérivé sodé soluble dans le benzène

$$CH\,Na\begin{cases} COOC^2H^5 \\ COOC^2H^5 \end{cases}$$

lequel, chauffé avec une molécule d'iodure d'éthyle, fournit l'éthylmalonate d'éthyle, en même temps qu'il se précipite de l'iodure de sodium.

Les phénomènes de condensation et de formation d'amide observés par Titherley (1) sur certains éthers-sels d'acides monobasiques, semblent très peu actifs dans le cas du malonate d'éthyle et la réaction principale consiste dans la formation du dérivé sodé.

Action de l'amidure de sodium sur l'aldéhyde ordinaire. — Si l'on fait tomber goutte à goutte de l'aldéhyde éthylique anhydre sur de l'amidure de sodium recouvert d'éther anhydre et refroidi par la glace, on constate l'apparition d'un précipité blanc cristallin qui ne s'altère pas si l'on opère dans une atmosphère parfaitement sèche, réalisée, par exemple, au moyen d'un courant d'hydrogène sec. En même temps, il se dégage de l'ammoniaque et il se forme conséquemment de l'aldéhydate d'ammoniaque.

Ce dégagement d'ammoniaque ne peut s'expliquer que d'une seule manière, qui consiste à admettre qu'il y a eu déshydratation de l'aldéhyde et formation du dérivé sodé de l'imine correspondante

$$CH^3 - CHO + 2\,AzH^2Na = CH^3 - CH = AzNa + NaOH + AzH^3.$$

Le dépôt cristallin qui se forme est donc constitué vraisemblablement par un mélange d'aldéhydate et d'imine sodée qu'il n'est guère possible de séparer intégralement.

Cette formation d'imine sodée serait d'ailleurs d'accord avec les travaux de Delépine (2) sur la constitution de l'aldéhydate d'ammoniaque.

(1) *Journ. chem. Soc.*, t. LXXXI, p. 1520.

(2) *Bull. Soc. chim.*, t. XIX, p. 15.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition des sucs végétaux extraits des tiges et des feuilles.* Note de M. G. André.

J'ai étudié, dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, 1906, t. CXLIII, p. 972), la composition et la concentration des sucs extraits directement des racines de certains végétaux, sous des pressions croissantes. Je donne, dans le Tableau suivant, la suite de cette étude faite sur les feuilles et les tiges de *Topinambour*, de *Phytolacca decandra* et de *Carotte* aux mêmes époques où j'ai prélevé les racines de ces plantes. Je rappelle que les chiffres I, II, III indiquent les pressions de 3^{kg}, 12^{kg},5, 25^{kg} par centimètre carré de surface auxquelles a été soumise la matière végétale.

				Poids de 10 cm³ de suc.	Dans 100 parties de suc. Extrait obtenu à 110°.	Cendres.	Azote total.	Rapports. Azote/Extrait.	Cendres/Extrait.	Eau dans 100 parties de matière fraîche initiale.
				g	g	g	g			
Topinambour.	18 juin 1906.	Tiges.	I	10,1672	5,16	1,40	0,147	0,0284	0,2713	90,26
			II	10,1495	4,71	1,34	0,108	0,0229	0,2845	
			III	10,1460	4,54	1,33	0,095	0,0209	0,2929	
		Feuilles.	I	10,1785	5,63	1,58	0,171	0,0303	0,2806	84,05
			II	10,1497	4,82	1,53	0,124	0,0258	0,3174	
			III	10,1346	4,44	1,49	0,091	0,0205	0,3355	
	17 juill. 1906.	Tiges.	I	10,3007	9,17	1,41	0,096	0,0104	0,1537	79,30
			II	10,2902	9,17	1,47	0,093	0,0101	0,1603	
			III	10,2883	8,40	1,37	0,087	0,0103	0,1630	
		Feuilles.	I	10,1763	6,19	1,78	0,155	0,0250	0,2875	79,58
			II	10,1659	5,63	1,78	0,126	0,0223	0,3161	
			III	10,1609	5,40	1,70	0,118	0,0218	0,3148	
	19 sept. 1906.	Tiges.	I	(suc devenu	23,89	0,49	0,153	0,0064	0,0205	68,23
			II	pâteux	23,41	0,46	0,125	0,0052	0,0196	
			III	après repos)	21,20	»	»	»	»	
		Feuilles.	I	10,3192	8,46	2,00	0,188	0,0222	0,2364	75,83
			II	10,3172	8,16	1,83	0,165	0,0220	0,2242	
			III	10,2855	7,74	1,76	0,146	0,0188	0,2274	
Phytolacca decandra.	22 juin 1906.	Tiges.	I	10,1200	4,73	0,90	0,129	0,0251	0,190	92,90
			II	10,1155	4,56	0,85	0,093	0,0204	0,186	
			III	10,1137	4,20	0,81	0,079	0,0188	0,192	
		Feuilles.	I	9,9068	11,92	1,46	0,524	0,0439	0,122	85,75
			II	10,2449	10,25	1,36	0,459	0,0447	0,132	
			III	10,2300	9,28	1,31	0,433	0,0466	0,141	
	10 sept. 1906.	Tiges.	I	10,2900	7,79	1,12	0,125	0,0160	0,143	75,89
			II	10,2963	7,99	1,15	0,133	0,0166	0,143	
			III	10,2777	8,01	1,17	0,125	0,0156	0,146	
		Feuilles.	I	10,4521	13,16	1,02	0,363	0,0275	0,077	79,36
			II	10,4457	12,80	0,95	0,326	0,0254	0,074	
			III	10,4225	12,17	0,89	0,312	0,0256	0,073	

				Poids de 10 cm³ de suc.	Dans 100 parties de suc. Extrait obtenu à 110°.	Cendres.	Azote total.	Rapports. Azote/Extrait.	Cendres/Extrait.	Eau dans 100 parties de matière fraîche initiale.
				g	g	g	g			
Carotte.	6 juill. 1906.	Tiges et feuilles.	I........	10,3054	7,29	1,88	0,083	0,0113	0,2578	84,24
			II	10,3019	7,44	1,78	0,085	0,0114	0,2392	
			III......	10,2962	7,32	1,84	0,082	0,0111	0,2513	
	3 sept. 1906.	Tiges et feuilles.	I........	10,4893	10,56	2,88	0,146	0,0138	0,2727	80,97
			II	10,4826	10,40	2,87	0,129	0,0124	0,2759	
			III......	10,4662	10,09	2,78	0,116	0,0115	0,2755	

Aux mêmes époques, la teneur en eau des *racines*, pour 100 de la matière fraîche, était successivement, pour le Topinambour de 84,87, 76,47, 78,08; pour le *Phytolacca* de 88,02, 86,12; pour la Carotte de 89,67, 85,67.

I. Si l'on compare, ainsi que je l'ai fait dans ma dernière Communication, le rapport des cendres et celui de l'azote à l'extrait, on remarque, avec les réserves que j'ai déjà émises, que la *composition* du suc est à peu près constante, quelle que soit la pression. Dans le cas des racines examinées antérieurement, la *concentration* du suc variait avec la pression et diminuait presque toujours lorsque celle-ci augmentait. Dans le cas des tiges et des feuilles, cette concentration est souvent à peu près invariable, quelle que soit la pression. Si donc on porte en abscisses la quantité d'eau contenue dans chaque échantillon de suc et en ordonnées l'extrait sec correspondant, les points obtenus sont en ligne droite (feuilles de *Topinambour* des 17 juillet et 19 septembre; tiges de *Phytolacca* du 22 juin; tiges et feuilles de cette même plante du 10 septembre; tiges et feuilles de *Carotte* des 6 juillet et 3 septembre). Au contraire, lorsque la concentration du suc varie avec la pression, le tracé de la courbe montre que l'écart entre l'extrait total fourni par l'expérience et l'extrait que l'on devrait obtenir si la concentration des sucs était invariable s'élève, pour les tiges de topinambour, à 6,6, 3,7, 7,4 pour 100 aux trois prises d'échantillons et à 11 pour 100 pour les feuilles du 18 juin.

II. *Composition des sucs aux différentes périodes de la végétation.* — L'examen des chiffres inscrits sur le Tableau précédent et sur le Tableau de ma dernière Note donne lieu, en ce qui concerne le poids de l'extrait sec des divers organes, aux remarques suivantes (en ne tenant compte, dans ce qui va suivre, que des résultats de la première extraction de suc). Si l'on compare entre eux les chiffres que fournit l'extrai tsec des *racines* du Topinambour, on voit que cet extrait représente successivement 8,87 pour 100 du poids du suc, puis 15,53 (apparition des tubercules sur les racines), puis 19,54 (époque de la maturation des tubercules). Entre la première et la troisième

prise d'échantillon, l'augmentation de l'extrait est dans le rapport de 1 à 2,20 : cet extrait s'est accru de 10,67 pour 100. La quantité d'eau contenue dans 100 parties de racines fraîches a varié de 84,87 à 78,08.

L'augmentation de l'extrait sec du suc des *tiges* est beaucoup plus considérable (dans le rapport de 1 à 4,63 de la première à la troisième expérience). La quantité d'extrait s'est accrue de 18,73 pour 100. Mais, pendant le même intervalle, la quantité d'eau contenue dans les tiges passait de 90,26 à 68,32 pour 100 de matière fraîche. L'augmentation de l'extrait sec des *feuilles* est seulement de 2,83 pour 100.

Chez le *Phytolacca*, l'augmentation de l'extrait sec des racines, tiges, feuilles, entre le 22 juin et le 10 septembre, est respectivement égale à 2,99, 3,06, 1,24 pour 100. Chez la Carotte, l'augmentation de l'extrait sec des racines et celui de l'ensemble tiges et feuilles, entre le 6 juillet et le 3 septembre, est respectivement égale à 2,41 et 3,27 pour 100.

Or, comme au fur et à mesure du développement de la plante chacun de ses organes éprouve une déshydratation progressive, il me reste à indiquer comment on peut se rendre compte, au moyen des chiffres précédents, de l'accumulation ou de la disparition des principes solubles dans les divers organes des plantes que j'ai examinées.

HISTOCHIMIE. — *Constitution chimique du bacille de Koch et de sa matière unissante. Ses rapports avec l'acido-résistance.* Note de MM. **Jules Auclair** et **Louis Paris**, présentée par M. Armand Gautier.

Le dégraissage ou extraction des matières grasses et cireuses du bacille de Koch ne peut être obtenu complètement que par l'emploi successif de plusieurs dissolvants spécifiques.

Nous épuisons d'abord les cultures par l'eau distillée (*albumoses* et *albumines*), par l'eau chlorurée sodique (*globulines*) et, après lavage et essorage, nous les introduisons dans un digesteur à basse température (35°). Elles y subissent successivement l'action de l'alcool, de l'éther et du chloroforme. Chaque dissolvant agit en moyenne pendant quatre jours. Aucun de ces liquides, employé isolément, ne se montre capable de dissoudre la totalité des substances adipo-cireuses. L'alcool dissout la matière colorante, une lécithine précipitable par le chlorure de cadmium et l'acétone, des acides gras, des substances alcaloïdiques donnant un sel double avec le chlorure de platine. L'éther dissout des graisses neutres et une substance analogue à la cholestérine; le chloroforme dissout la plus grande partie de cette dernière et des principes cireux mal définis.

Un certain nombre d'auteurs ayant utilisé comme dissolvant des graisses l'éther de pétrole, soit dans un tube de Soxhlet, soit dans un agitateur à billes, nous avons comparé les résultats ainsi obtenus avec ceux fournis par notre technique. Nous avons pu constater que l'éther de pétrole, quelles que soient les conditions physiques de son action, se révèle comme le dissolvant le moins énergique.

Après dessiccation dans le vide sulfurique, 8g,180 de bacilles de Koch humains sont épuisés au digesteur par l'éther de pétrole (point d'ébullition, 78°). Après avoir constaté que ce dissolvant n'entraînait plus rien, nous avons continué l'épuisement successivement par l'éther et le chloroforme. Voici les résultats obtenus :

Poids des bacilles mis en expérience	8g,180
» de l'extrait par l'éther de pétrole	0,945
» » alcoolique	0,467
» » éthéré	1,225
» » chloroformé	0,130

Nous avons donc recueilli 2g,767 de matières adipo-cireuses totales, soit 33,826 pour 100 de la masse bacillaire.

Ces 33,826 pour 100 se répartissent ainsi :

Extrait hydrocarburé	11,552 pour 100
» alcoolique	5,708 »
» éthéré	14,975 »
» chloroformé	1,594 »

Dans le dégraissage par la technique que nous employons au laboratoire, les 11,552 pour 100 viennent s'ajouter aux 5,708 pour 100 dissous par l'alcool, ce qui donne pour ce dernier 17,260 pour 100, soit plus de la moitié des substances adipo-cireuses. Par contre, l'éther de pétrole n'en dissout que le tiers environ.

De plus, nous avons constaté que *in vitro* l'éther de pétrole se montre incapable de dissoudre la totalité des extraits alcoolique, éthéré et chloroformique. Il donne d'ailleurs un précipité avec une solution d'extrait chloroformique, par exemple.

Quant au procédé d'agitation mécanique employé par Vallée, il peut favoriser la dissolution par la division des masses bacillaires, mais il ne saurait rendre solubles dans l'éther de pétrole les substances qui ne le sont pas.

Actuellement, l'*acido-résistance*, ou résistance à la décoloration par les

acides et l'alcool absolu du bacille de Koch coloré par la méthode d'Erlich, est attribuée à une réaction spécifique des substances adipo-cireuses; or de nombreuses expériences nous ont démontré que cette opinion, universellement admise, ne repose sur aucun fondement.

En fait, l'acido-résistance du bacille tuberculeux n'est pas fonction des seules matières adipo-cireuses, mais appartient en propre, à des degrés variés, à toutes les parties constitutives du bacille de Koch.

Nous avons pu nous convaincre expérimentalement que des bacilles dégraissés pendant quatre mois par la méthode exposée plus haut ne contenaient plus de substances adipo-cireuses et conservaient encore leurs propriétés acido- et alcoolo-résistantes.

Behring avait déjà indiqué ce fait dans sa Communication au Congrès de la tuberculose en 1905, mais il en avait fourni une interprétation incomplète en l'attribuant à une propriété de la matière protoplasmique. Nous avons pu, en effet, isoler le protoplasme du bacille de Koch sans lui enlever ses propriétés chimiques et nous avons constaté qu'il reste acido-résistant.

Si l'on fait bouillir le résidu bacillaire dans un grand excès de potasse caustique à à 2 et même 10 pour 100 pour assurer la dissolution complète des dernières traces d'albuminoïdes ou de graisses, on constate que le squelette cellulosique du bacille, qui seul est inattaqué, se montre extrêmement acido-résistant, même après action prolongée de l'acide azotique au tiers et de l'alcool absolu. Beaucoup de bacilles, séparés de leur substance unissante, passent à travers les filtres. Recueillis par centrifugation, ils se montrent acido-résistants, même après un séjour de 24 heures dans la potasse. La réaction colorante du bacille de Koch est également positive après action de l'éther de pétrole, soit dans un digesteur, soit dans un agitateur à billes.

En résumé, matières adipo-cireuses, protoplasme et cellulose prennent individuellement la réaction d'Erlich; il nous apparaît donc que l'acido-résistance du bacille de Koch est une propriété commune à chacun de ses principes constituants.

Au cours de ces recherches nous avons constaté la faible acido-résistance (coloration rose) de la matière unissante de la zooglée du bacille, fait déjà montré par Straus. De plus, nous avons vu que cette matière n'était soluble ni dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, ni dans les solvants de la matière protoplasmique, ni même dans la potasse caustique à l'ébullition qui lui fait subir une augmentation de volume considérable.

Cette résistance à l'action des alcalis caustiques et ce gonflement nous ont conduits à penser qu'il s'agissait peut-être là d'une hydrocellulose. Cette hypothèse a été confirmée par l'expérience : traitée par l'acide sul-

furique et l'eau iodée, la matière unissante se colore en bleu, réaction caractéristique des celluloses. Il est vraisemblable que cette substance prend naissance dans les cultures, sinon aux dépens du glucose, du moins par condensation des hydrates de carbone à poids moléculaire peu élevé contenus dans le bouillon.

ZOOLOGIE. — *Autopsie de l'éléphant d'Afrique Sahib, mort au Muséum le 29 janvier* 1907. Note de Mme **Marie Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le plus gros des éléphants de la Ménagerie du Muséum vient de mourir d'une affection aiguë qui l'a emporté en 6 jours. Les premiers symptômes ont coïncidé avec l'abaissement brusque de température, survenu dans la nuit du 23 janvier. Dans l'après-midi de ce jour, le thermomètre marquait — 8° quand l'animal est sorti de sa case pour faire sa promenade ordinaire dans son parc. Presque aussitôt il a manifesté du malaise et a éprouvé des frissons; il passait souvent la trompe sur ses épaules et sur son dos, comme pour se frictionner ou pour calmer son mal. Le lendemain il était triste, abattu, sans appétit. Il avait probablement de la fièvre. Vers les derniers jours, la lassitude et la dépression se sont accentuées; il avait de la dyspnée, des vertiges fréquents qui l'obligeaient à s'appuyer contre le mur pour maintenir son équilibre. Enfin, dans la soirée du 29 janvier, il s'est affaissé doucement sur son train de derrière, puis peu à peu est tombé sur le flanc gauche et a expiré.

L'autopsie, commencée dès le lendemain matin, a duré 2 jours.

Après découpage et enlèvement du cuir, 6 côtes ont été enlevées pour découvrir le poumon droit.

Pendant cette opération, on constate que la plèvre pariétale est épaissie. La cavité pleurale contient un abondant épanchement séro-fibrineux de pleurésie aiguë. La plèvre gauche présente les mêmes lésions; elle renferme aussi un liquide qui a les mêmes caractères que celui de la cavité pleurale droite.

Ainsi, il existe une pleurésie double, à la fois thoracique et diaphragmatique.

Les *poumons* sont très fortement congestionnés; leur tissu, d'un rouge sombre, crépite sous la pression des doigts et laisse dégager à la coupe une spume abondante; ils ne sont cependant pas hépatisés.

En aucun point ils ne présentent de lésions tuberculeuses; les *ganglions bronchiques* n'en montrent pas non plus; ils n'ont qu'une anthracose légère et très légitime pour un captif de 24 ans.

Le péricarde pariétal est épaissi; il contient un épanchement abondant et clair et n'adhère en aucun point au feuillet viscéral.

Le myocarde est sain.

Cavité abdominale. — Le *foie* et la *rate* sont normaux; les frottis de ces deux organes ainsi que ceux du *sang* ne contiennent pas de microbes; les ensemencements sur milieux appropriés demeurent stériles.

Le *tube digestif* est intact et facilement observable en raison de son insufflation naturelle par les gaz qu'il renferme. La muqueuse, examinée après section, est également saine sur toute sa longueur.

Les *reins* n'ont pas de lésions macroscopiques; mais la *vessie* est distendue par quelques litres d'une urine trouble, à odeur ammoniacale, qui renferme des grumeaux mous de phosphate de chaux; on n'y trouve ni pus ni microbes.

La muqueuse vésicale est épaissie, œdémaciée, ce qui laisse difficilement voir les orifices des uretères. Elle présente un abondant piqueté hémorragique. Il y a donc de la cystite aiguë qui avait provoqué du reste, du vivant de l'animal, de l'incontinence d'urine.

Ainsi l'autopsie n'a révélé aucune suppuration, aucun indice de tuberculose ni de charbon. Il n'y avait pas de maladie chronique et encore moins de consomption : la vigueur et le bon état du système musculaire font le plus grand honneur aux soins que l'éléphant a reçus à la Ménagerie.

Il a succombé accidentellement à un coup de froid qui a provoqué chez lui une congestion pulmonaire intense généralisée à toute la masse des deux poumons, et accompagnée d'une pleurésie aiguë double avec épanchement : c'est l'affection qu'on appelle communément *fluxion de poitrine*.

La cystite aiguë est par elle-même une affection plus gênante que dangereuse, et, bien qu'elle ait apporté sa contribution toxique propre, ce n'est pas elle qui a aggravé sensiblement la maladie; les lésions du système pulmonaire, qui a été frappé en bloc, étaient suffisantes pour justifier la mort.

ZOOLOGIE. — *Nouvel aperçu sur les Blastodinides* (Apodinium mycetoides *n. g., n. sp.*). Note de M. **Edouard Chatton**, présentée par M. Yves Delage.

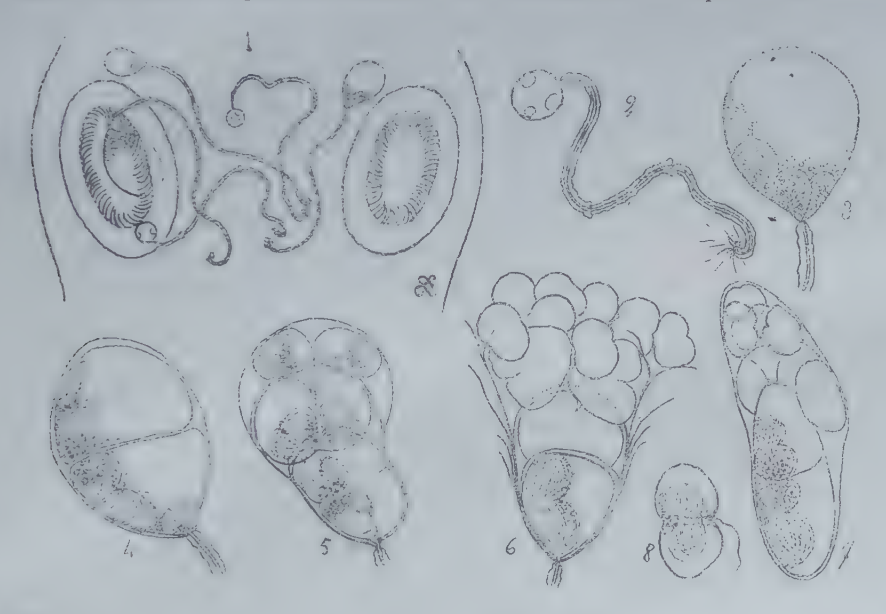
La première Note où j'ai fait connaître ces Péridiniens parasites a été consacrée à l'étude de *Blastodinium Pruvoti* Chatton, parasite interne des Calanides [1], C'est en effet la forme qui présente le plus nettement

[1] E. Chatton, *Les Blastodinides, ordre nouveau de Dinoflagellés parasites* (*Comptes rendus,* t. CXLIII, 10 déc. 1906, p. 981-983).

exprimés les caractères très spéciaux de ces Protistes. Je voudrais montrer ici qu'ils ne sont cependant pas sans relations avec les Péridiniens libres.

J'étudierai pour cela *Apodinium mycetoides* n. g., n. sp., observé à Banyuls-sur-Mer, attaché au tégument de *Fritillaria pellucida* (Busch) (*Fritillaria furcata* Vogt).

Le parasite est localisé sur la région ventrale de l'Appendiculaire comprise entre les deux tubes expirateurs. Les individus jeunes, qui rappellent à première vue des spores de champignon en germination (*fig.* 1 et 2), présentent un corps cellulaire sphérique et réfringent porté à l'extrémité d'un long pédoncule fixé sur l'ectoderme de l'hôte. Ce pédoncule est formé d'un axe protoplasmique entouré d'une gaine mucilagineuse ornée de deux ou trois ressauts annulaires qui marquent les étapes de son accroissement. La longueur moyenne du pédoncule est de 150$^{\mu}$, le diamètre du corps cellulaire de 10$^{\mu}$.



Ce dernier, en se développant, devient piriforme (*fig.* 3). L'augmentation de son volume est due surtout à la formation d'un produit liquide qui occupe toute la partie distale du corps. C'est là l'équivalent de la « lacune aqueuse » des Péridiniens et des Noctiluques. Dans le cytoplasme peu abondant on voit une masse nucléaire appliquée contre la membrane cellulaire et irrégulièrement lobée à sa surface libre. Elle a cet aspect strié caractéristique du noyau des Péridiniens, dû à l'alignement des chromosomes en files parallèles. Il n'y a aucune trace de pigment. A ce stade, le diamètre du corps atteint 40$^{\mu}$.

La reproduction s'effectue par sporulation. La division nucléaire, simple scission de la masse chromatique, précède la division protoplasmique, et il en résulte un état

binucléé qui se perpétue jusqu'à la formation des spores. La première segmentation donne naissance à un blastocyte proximal et un blastocyte distal qui évoluent différemment (*fig.* 4). Le blastocyte distal est la cellule mère d'une première génération de spores. Le blastocyte proximal, après un court repos, subit une bipartition qui isole un nouveau blastocyte distal, cellule mère d'une deuxième génération de spores (*fig.* 5). Le blastocyte proximal subit ainsi une série de segmentations périodiques d'où procèdent des générations successives de spores. Ces générations sont souvent séparées par de fines membranes qui sont les cuticules sécrétées par le blastocyte proximal durant chaque période de repos. Les spores sont mises en liberté par la rupture de ces membranes, qui restent adhérentes les unes aux autres au voisinage du pédoncule (*fig.* 6). Les spores se divisent encore à l'état libre et, finalement, acquièrent la forme gymnodinienne représentée dans la figure 8. Je n'y ai pas vu de flagelle transversal et je n'ai pu suivre leur sort. Peut-être se fixent-elles à nouveau sur les appendiculaires et y forment-elles leur pédoncule.

On saisit déjà les homologies qui existent entre *Apodinium mycetoides* et *Blastodinium Pruvoti*. Elles s'accentuent encore dans certaines conditions. *Apodinium mycetoides*, parasite externe, évolue fréquemment dans le pharynx de l'Appendiculaire. Il y est entraîné à travers le tube expirateur lors de l'inversion, bien connue chez les Appendiculaires, du sens du courant respiratoire (*fig.* 1). Il s'y développe en une forme qui rappelle de très près celle du *Blastodinium Pruvoti* (*fig.* 7). Entre les deux genres, les affinités sont donc très étroites, mais *Apodinium* apparaît comme une forme moins différenciée que *Blastodinium*, moins régularisée dans son évolution et moins spécialisée dans ses rapports avec l'hôte.

Par cela même il se rapproche des Péridiniens libres. Chez un grand nombre de ceux-ci on connaît une lacune aqueuse, et la présence d'une forme pédonculée dans le cycle évolutif a été signalée par Pouchet [1] chez *Diplopsalis lenticula* Bergh et *Peridinium divergens* Ehrbg. Par la périodicité très courte de ses segmentations, *Apodinium mycetoides* se rapproche des formes à sporulation totale et simultanée, telles que *Gymnodinium pulvisculus* Pouchet, *G. parasiticum* Dogiel, *G. affine* Dogiel, *G. roseum* Dogiel, *G. lunula* Schütt. Les quatre dernières, tout récemment étudiées par V. Dogiel [2], sont peut-être sur la série évolutive qui conduit aux Blastodinides. Dans une Note préliminaire, également toute récente, le

---

(1) G. Pouchet, *Nouvelle contribution à l'histoire des Péridiniens marins* (*Journ. Anat. Physiol.*, t. XXI, 1885, p. 28-88, Pl. II-IV).

(2) V. Dogiel, *Beiträge zur Kenntniss der Peridineen* (*Mitth. Zool. St. Neapel.*, t. XVIII, 26 déc. 1906, p. 1-45, Pl. I-II).

même auteur (¹) a décrit, sous le nom d'*Haplozoon armatum*, un organisme parasite du tube digestif d'un Ophélien, *Travisia Forbesi* Johnst, et dont il fait le type d'un nouveau groupe de Mésozoaires. Par sa forme et son mode de reproduction, cet être rappelle de très près les Blastodinides. L'étude ultérieure montrera peut-être qu'il doit leur être rattaché.

GÉOLOGIE. — *La chaîne des Puys et la petite chaîne des Puys*. Note de M. Ph. Glangeaud, présentée par M. Michel Lévy.

Géographie physique. — La *chaîne des Puys* ou Monts-Dômes constitue un des groupes volcaniques les plus remarquables, les plus curieux et les mieux conservés de l'Europe. Elle comprend un ensemble de 80 collines volcaniques et de plus de 100 bouches éruptives qui dominent les deux anciens bassins tertiaires de la Limagne et de la Sioule.

Elle est, en outre, encadrée de plusieurs chaînes volcaniques plus anciennes (miocènes et pliocènes), situées en contrebas et dont le démantèlement contraste avec l'état de fraîcheur de celle-ci. Son étude a attiré l'attention des géologues du monde entier et particulièrement de M. Michel Lévy, qui lui a consacré de beaux travaux.

Je donne le nom de *petite chaîne des Puys* aux volcans du même âge (volcans de Banson, Neuffonds, de la Vialle et du Chalusset) qui forment une petite chaîne symétrique de la chaîne des Puys par rapport à la vallée de la Sioule. Les coulées de lave des volcans des deux chaînes ont convergé dans cette vallée.

L'ensemble des Monts-Dômes, de direction remarquablement Nord-Sud, s'étend sur 30^{km} de long et 3^{km} à 5^{km} de large, et les laves qui en sont issues descendent, à l'Est et à l'Ouest, sur une longueur totale de 18^{km} à 20^{km} et à des niveaux minima de 350^{m} à 650^{m}, dans les deux dépressions de la Limagne et de la Sioule.

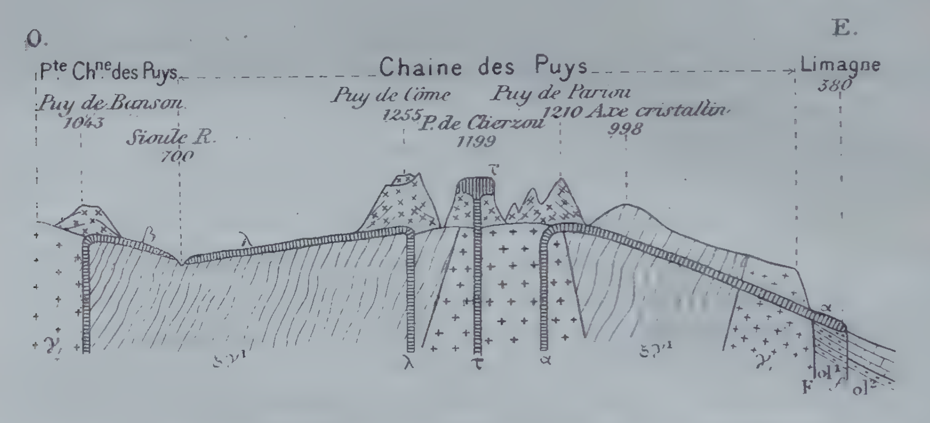
Un premier fait frappe l'observateur : c'est la *dissymétrie des deux versants* de la chaîne. Le versant Ouest offre une pente assez douce. A l'Est, les pentes sont d'abord faibles également, puis les terrains cristallins se terminent brusquement par une faille, le long de laquelle se sont effondrés les terrains tertiaires de la Limagne, faille ayant amené la formation d'un

(¹) V. Dogiel, *Haplozoon armatum, n. gen., n. sp., der Vertreter einer neuen Mesozoa-gruppe* (*Zool. Anz.*, t. XXX, nº 26, 27 nov. 1906, p. 895-899).

escarpement de 100m à 200m de haut, surplombant toute la région. C'est sur cette faille de 60km de long qu'est situé le volcan de Gravenoire et c'est sur des failles parallèles que se trouvent les sources minérales de la Limagne (Royat, Clermont, Châtel-Guyon, etc.).

A cette première cause de dissymétrie des versants vient s'en ajouter une autre non moins importante. Elle est due à un bourrelet du terrain cristallin courant, à l'Est, le long de la chaîne et élevé d'environ 100m au-dessus de la base des volcans [1].

Coupe générale Est-Ouest à travers la chaîne des Puys et la petite chaîne des Puys.



γ_1 granite; $\zeta\gamma_1$ gneiss à cordiérite; ol_1 ol_2 oligocène; τ_1 domite; α andésite; λ labradorite; β basalte; F, *f* failles. On a figuré à l'Est, sur le plan de la coupe, la partie supérieure du thalweg des villes dans lesquelles ont coulé les laves.

La chaîne des Puys n'est donc pas installée sur la partie la plus élevée (1030m) de la région cristalline, mais à l'Ouest et un peu au-dessous de ce faîte (900m).

Aucune coulée ne serait descendue vers la Limagne, si ce rideau cristallin Nord-Sud n'avait été échancré fortement par des entailles Est-Ouest qui se prolongent, par des vallons profonds, jusque dans le bassin tertiaire.

Ces considérations permettent donc de comprendre : 1° pourquoi les coulées de lave descendent plus bas à l'Est (350m) qu'à l'Ouest (650m); 2° pourquoi les matières fondues se sont étalées largement à l'Ouest où rien ne venait arrêter leur cours et où elles forment une vaste nappe, de 20km de long, de coulées coalescentes ayant une pente de 3 pour 100, tandis que

---

(1) Ce bourrelet, souvent recouvert par le basalte pliocène, a été signalé par M. Michel Lévy (*Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XVIII, p. 712 et coupe n° 5, Pl. XIII).

vers l'Est elles constituent des boyaux de lave étranglés qui ont coulé sous une pente dépassant 9 pour 100; 3° elle explique aussi pourquoi, de la Limagne, on n'aperçoit pas la base de la chaîne, tandis qu'elle apparaît complètement vers l'Ouest, d'où on la voit dérouler son profil harmonieux en feston de dentelle.

Tectonique. Alignements volcaniques. — Le socle cristallin supportant les Puys peut être envisagé comme un pli anticlinal Nord-Sud, morcelé en gradins, se continuant, à l'Est et à l'Ouest, par les synclinaux de la Limagne et de la Sioule, comblés jadis par des sédiments oligocènes, découpés eux-mêmes en voussoirs recouverts partiellement par des restes de coulées de volcans miocènes.

La série volcanique des Puys est assise sur l'avant-dernier gradin, au-dessous de la clef de voûte. Il faut signaler d'ailleurs plusieurs bouches éruptives symétriques de la chaîne des Puys, de l'autre côté de cette clef de voûte (volcans de Chanat). Les autres gradins sont très émoussés par l'érosion.

L'alignement Nord-Sud de la chaîne a été imposé par la direction du pli anticlinal qui est parallèle à toutes les dislocations du Tertiaire de cette région.

Si l'on examine les volcans dans leur ensemble, même sur une simple carte géographique, ont les voit alignés par groupes (chaînons) de 3 à 10, suivant des directions Nord-Nord-Est et Nord-Nord-Ouest qui sont les directions des dislocations hercyniennes et des nombreux filons de roches éruptives de toute la région environnante. Il est donc vraisemblable de penser qu'ils sont installés sur des diaclases anciennes qui ont dû rejouer à l'époque tertiaire et quaternaire. Comme ces cassures constituaient des plans de moindre résistance, elles devaient naturellement servir de cheminée d'ascension aux matières fondues.

GÉOLOGIE. — *Note sur les terrains paléozoïques de la bordure orientale du Plateau central.* Note de M. **Albert Michel-Lévy**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans une Note précédente, nous avons signalé l'existence d'un gisement fossilifère famennien aux environs de Bourbon-Lancy, avec *Clyménies*, *Trilobites* (*Dechenella*), *Ostracodes* (*Entomis*), etc. Depuis lors, nous avons trouvé de nouvelles localités fossilifères avec *Dechenella* et *Entomis serrato-*

striata (*Sandb.*), qui donnent aux schistes famenniens une notable extension dans le sud-ouest du Morvan :

1° En bas de Charmes (chemin de Saint-Aubin à Maringé);
2° Montée avant Surjeu (route de Bourbon à Perrigny);
3° Première montée sur la vieille route de Bourbon à Chalmoux;
4° Bifurcation des routes de Bourbon à Mont et de Bourbon à Chalmoux (lieu dit *Les Chalmins*);
5° Première montée après Mont, sur la route de Mont à Chalmoux;
6° Au sud-est de la ferme du Sarroux, sur la route de Mont à Grury.

Les schistes famenniens, délimités par ces gisements, s'étendent sur un carré d'environ 10^{km} de côté; ils sont recouverts par une formation de tufs porphyritiques calcarifères, contenant des tiges d'encrines, et qui semblent se rattacher aux éruptions de porphyrites dont les coulées vacuolaires sont interstratifiées au milieu des schistes à Clyménies.

Ces tufs précèdent immédiatement la formation de poudingues et de grès par lesquels débute le Dinantien inférieur.

La succession stratigraphique étant ainsi établie avec précision, nous sommes amenés à conclure que la mise en place des granites, séparatifs des trois faisceaux synclinaux Morvan, Blanzy-Bert, Beaujolais-Lyonnais-Loire-Allier, s'est effectuée au cours du Dinantien inférieur.

L'action métamorphisante de ces granites s'est exercée, en effet, non seulement sur les calcaires frasniens (en les transformant en cornes vertes, en diorites, et même en porphyrites amphiboliques) et sur les schistes et tufs famenniens, mais encore sur les premiers poudingues et schistes carbonifères. C'est ainsi qu'ont pris naissance de curieux poudingues métamorphiques, contenant de l'amphibole formée dans la pâte et dans les galets au détriment d'anciens galets calcaires; nous signalerons, notamment, les poudingues du Beuvray, dans le Morvan, et ceux de la carrière de Valsonne près de Tarare, dans le Rhône. Les schistes dinantiens fossilifères de la tranchée de Recoulon, à l'ouest de Luzy, sont nettement transformés en schistes micacés.

A Saint-Léon, des schistes micacés, que nous attribuons à la base du Carbonifère ou peut-être au Famennien supérieur, se montrent chargés par endroit de chloritoïde en cristaux d'assez grande taille et à propriétés optiques caractéristiques.

Les lambeaux calcaires du Viséen, immédiatement supérieurs à ces formations métamorphisées et accompagnés de poudingues supérieurs contenant quelques galets de granite (col de Polossy et montée de Tarare à Joux),

nous ont fourni dans le Lyonnais, la Loire et l'Allier, une faunule de Foraminifères, visible seulement en plaques minces et intéressante par sa grande extension; nous en avons trouvé au col de Polossy, au-dessus de Saint-Nizier sur Azergue, à Azolette, à Propière, à Sainte-Colombe, à Néronde, à l'Ardoisière près de Cusset. Ces Foraminifères appartiennent principalement au genre *Endothyra*, *Nodosinella*, *Tetrataxis*. Ils ne semblent pas identiques à ceux que M. St. Meunier a signalés, en 1885, dans le calcaire de Cussy-en-Morvan.

GÉOLOGIE. — *Sur l'allure des plis anciens dans les Pyrénées centrales et orientales.* Note de M. **Léon Bertrand**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans une Note récente (séance du 31 décembre 1906) j'ai émis l'hypothèse que les phénomènes tangentiels qui ont donné naissance aux nappes charriées situées au nord de la zone primaire centrale des Pyrénées, tout en ayant eu leur point de départ dans celle-ci, ne l'ont guère affectée profondément. Il me semble, par suite, que les plis qui intéressent les terrains primaires du bord septentrional de cette zone centrale sont principalement le résultat des mouvements antépermiens et que le tracé des plis hercyniens n'a pas été sensiblement modifié lorsque se sont produits ces charriages tertiaires vers le nord. J'ai déjà insisté sur la structure en éventail de cette zone centrale; mais il me faut, de plus, remarquer que les plis en question de son bord nord ne montrent qu'un déversement vers le nord relativement faible et souvent même une simple dissymétrie, avec pendages encore inverses pour les deux flancs d'un même pli.

Au contraire, les plis situés au sud de la région axiale sont fortement poussés au sud et conduisent à une structure isoclinale, avec plongement constant des couches vers le nord; les courses que j'ai faites dans les hautes vallées espagnoles m'ont permis de constater que ces plis passent souvent à des plis-failles, suivant le type de la structure imbriquée classique. La *bande primaire étirée de Mérens*, que j'avais considérée comme pouvant être la racine des charriages du versant nord, appartient déjà à ce régime. C'est un synclinal hercynien écrasé, à flanc nord poussé vers le sud et entièrement étiré (à moins de considérer cet accident comme la base d'une nappe inférieure venue du sud, ce qui amènerait à la conception, pour moi inadmissible, que tout ce qui est au nord de cet accident serait charrié); à l'est de la Têt, il s'étale en un large faisceau de plis anticli-

naux et synclinaux, où M. Mengel a trouvé une structure en éventail. Il m'est actuellement impossible de dire quelle part les mouvements tertiaires ont eue dans la production de ce chevauchement; mais sa prolongation vers l'ouest nous amène à la région de Gavarnie, où les poussées tertiaires vers le sud sont évidentes. Les accidents de cette région méridio-



Echelle 1 : 1.500.000

nale, à l'opposé des nappes du versant nord, sont des chevauchements imbriqués et nettement enracinés dans la zone primaire, et, d'autre part, le bord de celle-ci a chevauché sur sa bordure secondaire et tertiaire, elle-même affectée de plis déversés au sud dans les sierras voisines; les poussées tertiaires s'y sont donc traduites par ce « régime espagnol » de chevauchements vers le sud qui paraissent avoir, le plus souvent, épousé le tracé des anciens plis.

La partie méridionale des Pyrénées-Orientales montre des complications très grandes, et M. Mengel y a déjà signalé l'absence de concordance des plis tertiaires, dirigés O.-E., et des plis anciens; il a indiqué aussi que des accidents poussés au nord reparaissent dans la bordure de Crétacé et de Nummulitique. Sans insister davantage sur ces faits, il me semble qu'on peut admettre que les accidents tertiaires n'ont pas rendu méconnaissable

l'allure des plis anciens et que *le tracé en plan des plis actuellement observables dans la zone primaire centrale nous donne une image assez approchée du tracé primitif des plis hercyniens.*

La direction de ces plis dans les Pyrénées Centrales est nettement *armoricaine* et oscille peu autour de l'O.-N.-O., E.-S.-E.; c'est celle que nous trouvons encore sur le bord ouest de la petite carte ci-jointe. Dans les Pyrénées Ariégeoises et en Andorre, ces plis s'infléchissent vers la direction O.-E., qu'ils dépassent même légèrement. Après la traversée de l'Aude, on assiste, pour ceux du bord septentrional, à de grandes perturbations dans la régularité qui existait jusque-là. L'extrémité orientale du massif granitique de Quérigut est contournée, au sud d'Axat, par plusieurs plis, que l'on peut suivre en plein granite par la continuité de lambeaux de calcaires, pour la plupart dévoniens, encore reconnaissables, quoique remplis de minéraux de métamorphisme, et séparés par d'étroites bandes primitivement schisteuses, bien plus métamorphisées ou même entièrement digérées; ces bandes alternantes montrent que la direction des plis tourne vers le S.-E., puis le S. et même le S.-O. On trouve, d'ailleurs, cette même direction S.-O., N.-E. dans l'éperon silurien et gneissique qui sépare presque entièrement ce massif granitique de celui de Sournia; dans celui-ci encore, à l'ouest de Mosset, plusieurs inflexions des bandes calcaires et schisteuses ayant échappé à la digestion granitique indiquent que les plis hercyniens, antérieurs à celle-ci, avaient là cette même direction *varisque*. Le schéma ci-joint montre que cette direction se retrouve aussi dans la zone méridionale; je l'y ai observée sur la Sègre, entre la Seu de Urgel et Puigcerda, et, d'après des travaux encore inédits de M. Mengel, elle existe dans toute la partie occidentale du massif du Canigou. Elle reparaît jusque sur le bord de la plaine du Roussillon, près de Corbère, et, vers le sud, les schistes des Albères, quoique reprenant une direction générale vers le S.-E., montrent des affleurements orientés vers l'E. ou l'E.-N.-E., dans la région de Port-Vendres et de Banyuls.

En résumé, la direction normale armoricaine des plis hercyniens dans les Pyrénées est profondément troublée, dans la partie orientale de la chaîne, par des plis à direction varisque. Il est à noter qu'au sud on retrouve la même disposition dans la chaîne côtière de Catalogne; de même, au nord (en nous en tenant naturellement aux massifs primaires nettement en place), le massif de Mouthoumet, étudié par M. Bresson, montre des faits correspondants. Dans sa partie occidentale, la direction générale des plis est O.-E.; mais la Carte géologique au millionième indique des digitations du Dévonien et du Carbonifère qui décèlent l'influence de la direction varisque, et, en tous cas, celle-ci est la direction normale des accidents de la partie orientale du massif. Il est, en outre, intéressant de constater que ces perturbations se rencontrent suivant une zone à peu près méridienne, qui correspond nettement à celle qui existe

dans le Massif central, au droit du passage de la direction armoricaine à la direction varisque. D'autre part, tandis que les plis hercyniens pyrénéens semblent reprendre la direction S.-E. après cette zone de perturbations, les accidents tertiaires du versant nord ont, au contraire, adopté immédiatement la direction varisque, en contournant l'extrémité orientale du massif de Mouthoumet, pour aller rejoindre ceux de la région provençale.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des dépôts éocènes du massif armoricain et de la zone de Roncà.* Note [1] de M. **Jean Boussac**, présentée par M. A. de Lapparent.

Les dépôts éocènes du massif armoricain ont un intérêt tout particulier, car ils sont intermédiaires, par la nature de leurs fossiles comme par leur situation géographique, entre les formations du bassin de Paris et les dépôts nummulitiques du Sud-Ouest. A cause de leur facies tout littoral et de leur faune de Mollusques très abondante, il sera facile de les comparer au Lutétien et au Bartonien du bassin de Paris; d'autre part, comme leur position géographique rendait faciles les communications avec le Sud-Ouest, on y trouve (Bois-Gouët) d'abondantes *Nummulites Brongniarti*, de grandes alvéolines, *Orbitolites complanatus;* dans le Cotentin, déjà plus septentrional, les grandes Nummulites ont disparu; mais c'est toujours le même niveau, c'est-à-dire la zone de Roncà; et ainsi les dépôts éocènes armoricains vont nous servir de trait d'union entre le bassin de Paris et les régions nummulitiques, et, si nous arrivons à les dater avec précision, nous déterminerons du même coup l'âge si discuté de la zone de Roncà.

M. Vasseur, dans sa magistrale étude des dépôts tertiaires de la France occidentale, avait admis, en faisant le pourcentage des espèces, l'âge lutétien supérieur des couches à Cérithes du Bois-Gouët et de Fresville; ces résultats ont été généralement adoptés; cependant M. Dollfus émettait incidemment, en 1898, l'idée que ces dépôts appartenaient au Bartonien inférieur; il attachait une importance capitale aux quelques espèces caractéristiques des Sables Moyens, et considérait que les espèces lutétiennes étaient des formes qui avaient persisté pendant le Bartonien inférieur. L'étude attentive des Cérithes va nous conduire exactement au même résultat.

---

[1] Présentée dans la séance du 28 janvier 1907.

Pour ce qui est des *Campanile,* on trouve dans le Cotentin et au Bois-Gouët *C. cornucopiæ* des Sables Moyens; on ne trouve aucune des formes du Lutétien.

Un grand nombre des Cérithes du Cotentin et du Bois-Gouët appartiennent à des séries qui existent dans le bassin de Paris, et représentent précisément les mutations caractéristiques des Sables Moyens : C. mutabile à Fresville (d'après M. Cossmann) et sa race *Renati* au Bois-Gouët; une race aussi de *C. submarginatum* à Fresville; *C. Cordieri* au Bois-Gouët; *C. crassituberosum* du Cotentin se trouve dans les Sables Moyens; *C. Hericarti* dans le Cotentin; *C. crenatulatum, C. globulosum* au Bois-Gouët et dans le Cotentin; *C. perditum* au Bois-Gouët et à Campbon; *C. scalaroides* au Bois-Gouët et dans le Cotentin; *C. pleurotomoides* dans le Cotentin; *C. tricarinatum* mut. *crispiacense* au Bois-Gouët; *C. mixtum* à Fresville; *C. lamellosum* est représenté au Bois-Gouët et dans le Cotentin par une mutation *Morgani* qui se retrouve identique dans les sables de Cresne; de même *C. imperfectum* est représenté dans le Cotentin par une mutation qui semble différer bien peu des formes adultes de *C. Gardneri* des sables de Cresne.

Un certain nombre des Cérithes du Cotentin et du Bois-Gouët appartiennent à des séries qui sont représentées dans le Calcaire Grossier et non dans les Sables Moyens, et sont différents des formes du Calcaire Grossier, dont nous les considérerons comme des *mutations.* C'est ainsi que *C. emarginatum* du Bois-Gouët et surtout celui du Cotentin sont différents de la forme du Lutétien du bassin de Paris; *C. gouetense,* très voisin du *valdancurtense,* en est certainement une mutation; *C. pentagonatum* du Bois-Gouët et *C. fresvillense* du Cotentin sont différents du *C. hexagonum* Lk. du bassin de Paris; *C. millegranum* du Cotentin et du Bois-Gouët est une mutation de *C. muricoides.*

A côté de cela, quelques formes du Lutétien ont persisté, comme *C. semicoronatum* et *C. labiatum* du Cotentin; et il n'est pas plus étonnant de voir persister en Armorique des formes du Lutétien qu'on ne retrouve pas dans les Sables Moyens, que de voir persister dans les Sables Moyens des formes du Lutétien (*C. angulosum, C. echinoides, C. Bouei*) qu'on ne retrouve pas en Armorique.

Il semble nécessaire de conclure en faveur de l'âge bartonien inférieur des couches de Fresville et du Bois-Gouët. Cependant on pourrait objecter que les formes que nous avons considérées comme des mutations pourraient n'être en réalité que des *races* des formes lutétiennes, qui auraient envahi le bassin de Paris avec la mer des Sables Moyens. Mais il se trouve que *la faune de Cérithes des Sables Moyens paraît être le résultat de l'évolution sur place de la faune lutétienne;* on n'y trouve pour ainsi dire pas d'éléments cryptogènes; au contraire, dans les couches du Cotentin et du Bois-Gouët on trouve un grand nombre de formes, comme *C. Carezi, Ripaudi, Athenasi, Baylei, britannum, Lacazei, Philippi, piriforme, Lucii, Falloti,* qui appartiennent à des séries qui ne sont pas représentées dans le bassin de Paris; il faudrait alors supposer, et ce serait incompréhensible, que *seules* les races des espèces du Calcaire Grossier auraient envahi le bassin de Paris.

Nous sommes donc amenés à mettre le Bois-Gouët, et par là même la zone de Roncà, dans le Bartonien inférieur. M. H. Douvillé a fait remarquer que la faune de Nummulites de la zone de Roncà était encore en grande partie une faune lutétienne; cela est parfaitement vrai, et cela prouve simplement qu'il est un peu artificiel, au point de vue paléontologique, de tracer une limite d'étage, dans les régions méditerranéennes, entre le Lutétien et le Bartonien inférieur.

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie décide d'accorder son patronage à la nouvelle expédition antarctique projetée par M. *Jean Charcot* et nomme une Commission chargée de rédiger les instructions nécessaires aux explorateurs.

Cette Commission se composera de MM. **Gaudry, Bouquet de la Grye, Mascart, Bornet, Perrier, Guyou, Müntz, de Lapparent, Roux, Giard, Bouvier, Lacroix.**

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 janvier 1907.

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. *Décades zoologiques. Mammifères;* n° 1. Hanoï, 1906; 1 fasc. in-4°. Exemplaire n° 152. (Présenté par M. Yves Delage.)

Expédition antarctique française (1903-1905), commandée par le Dr Jean Charcot. *Sciences naturelles : Documents scientifiques. Poissons,* par Léon Vaillant; *Mollusques : Nudibranches et Marséniadés,* par A. Vayssière; *Céphalopodes,* par L. Joubin; *Gastropodes et Pélécypodes,* par Ed. Lamy; *Amphineures,* par le Dr Joh.

THIELE; *Echinodermes : Stellérides, Ophiures et Echinides,* par R. KŒHLER; *Holothuries,* par C. VANEY; *Crustacés : Schizopodes et Décapodes,* par H. COUTIÈRE; *Isopodes,* par HARIETT RICHARDSON; *Amphipodes,* par ED. CHEVREUX; *Copépodes,* par A. QUIDOR; *Tuniciers,* par SLUITER; *Hydroïdes,* par ARMAND BILLARD. Paris, Masson et Cie, 1906; 6 fasc. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Étude expérimentale du rivetage, par CH. FRÉMONT. (Mémoires publiés par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 1906.) Paris, 1906; 1 fasc. in-8°.

Répertoire des travaux de la Société de Statistique de Marseille, 1905; t. XLVI, 2e partie. Valence, 1906; 1 fasc. in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, MASCART, MOISSAN; 8e série, t. X, janvier 1907. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Éphémérides sismiques et volcaniques, par F. DE MONTESSUS DE BALLORE; nos 36-42, novembre 1905-mai 1906. 7 fasc. in-8°.

Revue bryologique, Bulletin bimestriel consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques; 34e année, 1907, n° 1. Cahan, par Athis (Orne), T. Husnot; 1 fasc. in-8°.

Mutual occultations and eclipses of the satellites of Jupiter in 1908, by prof. J.-A.-C. OUDEMANS, parts 1 and 2. (Extr. des *Proceedings of the Meetings of October* 27 *and November* 24, 1906; Académie royale des Sciences d'Amsterdam.) 2 fasc. in-8°.

Vie physique de notre planète devant les lumières de la Science contemporaine, par A. KLOSSOVSKY. Odessa, 1899; 1 fasc. in-8°.

Darstellungen aus der Geschichte der Technik der Industrie und Landwirtschaft in Bayern, Festgabe der königlichen technischen Hochschule in München zur Jahrhundertfeier der Annahme der Königswürde durch Kurfürst Maximilian IV, Joseph von Bayern. Munich, R. Oldenbourg, 1906; 1 vol. in-4°.

Une série de thèses et écrits académiques, adressés à titre de don par le Directeur de la *K. technische Hochschule* de Munich. 105 fasc. de divers formats.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 JANVIER 1907.

Leçons de Mécanique céleste professées à la Sorbonne, par H. POINCARÉ, Membre de l'Institut; t. II, 1re Partie : *Développement de la fonction perturbatrice.* Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, ein Hülfsbuch bei mikroskopischen Gesteinsstudien, von H. ROSENBUSCH; Bd. II. *Massige Gesteine;* Hälfte 1 : *Tiefengesteine. Ganggesteine;* vierte neu bearbeitete Auflage. Stuttgart, E. Schweizerbart, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Vorlesungen über theoretische Physik, von H. VON HELMHOLTZ. Bd. IV. *Electrodynamik und Theorie des Magnetismus,* herausgegeb. v. KRIGAR-MENZEL und MAX LAUE; mit 30 Figuren im Text. Leipzig, Johann-Ambrosius Barth, 1907; 1 vol. in-4°. (Offert par Mme Ellen von Siemens.)

Proceedings of the right worshipful Grand Lodge of the most ancient and honorable fraternity of free and accepted masons of Pennsylvania, and masonic jurisdiction thereunto beloning at its celebration of the bicentenary of the birth of right worshipful past Grand Master brother Benjamin Franklin. Philadelphie,

Grand Lodge of Pennsylvania, 1906; 1 vol. in-8°; n° 1357. (Offert par M. George-W. Kendrick.)

An international southern telescope, by EDWARD-C. PICKERING. (Extr. des *Proceedings of the American Philosophical Society,* t. XLV, n° 182, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Oration of the aims of an astronomer, by EDWARD-C. PICKERING. (Extr. de *Harvard Graduates Magazine,* septembre 1906, t. XV, n° 57.) 1 fasc. in-8°.

Observations de l'éclipse totale du Soleil du 29-30 août 1905; Rapport préliminaire de la Mission astronomique et météorologique de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, par M. N. DONITCH. (*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg,* 1905, novembre-décembre; 5e série, t. XXIII, nos 4 et 5.) 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the British Astronomical Association; t. XV. *Sixth report of the Section for the observation of variable stars.* Edimbourg, 1906; 1 vol. in-8°.

Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums, herausgegeb. v. Director H.-C. VOGEL; Bd. XVII. Potsdam, 1907; 1 vol. in-4°.

Contributions from the Solar Observatory Mount-Wilson, California; nos 9-12. Carnegie Institution of Washington, 1906; 4 fasc. in-8°.

Publications of the United States Naval Observatory; series II, t. IV, part IV. Washington, 1906; 1 vol. in-4°.

(*A suivre.*)